nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم

العشر
قصص
الأهمّ
في عام
2015

صفحة 35

عام واحد.. عشر قصص

الأحياء المجهرية

تَنَاقُص مادة الآجار

الكاشف المعملي في خطر، بسبب قِلّة الطحالب البحرية.

صفحة 20

كيمياء

لماذا نُحَضِّر المركَّبات الكيميائية؟

الأسباب العديدة التي تدفع الكيميائيين إلى تحضير الجزيئات.

صفحة 45

فيزياء فلكية

لماذا تنبض الثقوب السوداء؟

اندفاعات متقلِّبة من الإشعاع، ربما تقترن بمادة متساقطة.

صفحة 59

ARABICEDITION.NATURE.COM
فبراير 2016 / السنة الرابعة / العدد 41
ISSN 977-2314-55003

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

استثمار البحث في الصناعة



www.kacst.edu.sa

nature

فبراير 2016 / السنة الرابعة / العدد 41

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُنشَر مجلة "نِيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (5587-2314) ـ مِن قِبَل مجموعة نِيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلَة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرَة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نِيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلَة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نِيتْشَر" هو: 03/0836-0028، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نِيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلَة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2016. وجميع الحقوق محفوظة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رسالة رئيس التحرير

العلوم بين عامي 2015، و2016

في هذا العدد الذي بين أيديكم من الطبعة العربية، والذي يتضمن مختارات من أعداد دورية *Nature* فيما بين 10 ديسمبر 2015، و7 يناير 2016، نقدم إطلالة على أهم ملامح العلوم بين هذين العامين.

أول ما يقابلكم في العدد مقال في قسم "أخبار في دائرة الضوء"، بعنوان: "ماذا يحمل لنا عام 2016؟"، ويتضمن إطلالات عاجلة على أول شركة تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو، والمنتظر في تقنيات تحرير الحمض النووي البشري، والتقدم في رصد موجات الجاذبية، وتمويل البحوث الأمريكية التي تجعل الفيروسات أكثر خطورة، وبعثات الفضاء العالمية، ومنحة أبحاث أمراض القلب، والمشروع الطموح لفحص التجمعات الميكروبية في العالم، وتطوُّر سياسات العلوم بعد الانتخابات الأمريكية، وبحوث جينات تنظيم النوم، وافتتاح منشأة "استخدام أشعة السنكروترون في العلوم التجريبية وتطبيقاتها في الشرق الأوسط".

أما في ملف "السنة في منظور العلوم"، فنقدم لكم تعريفًا بأهم أحداث 2015، بداية من الاتفاق المُوَقَّع في قمة الأمم المتحدة للمناخ في باريس، مرورًا بأهم نتائج البعثات الفضائية، والجدل الدائر حول تحرير الجينات البشرية، والنجاحات المتحقِّقة في مجال اللقاحات، وتجلِّيات الذكرى المئوية للنسبية العامة، وتداعيات الزلازل المستحَثَّة في الولايات المتحدة، وما أثير حول قابلية البحوث للتكرار، والتحيز ضد المرأة في العلوم، وما أثارة كل من الفحص بالمجهر الإلكتروني بالتبريد، ومبادرة الطب الدقيق.

وفي الملف نفسه نقدم الشخصيات العشر المؤثرة في العلوم لعام 2015، وهو موضوع الغلاف. ويتناول الملف كريستيانا فيجيريس، قائدة اتفاقية الأمم المتحدة للمناخ، وجونجيو هوانج، عالِم الأحياء الصيني، الذي أثار جدلًا بتجربته حول تحرير الجينات البشرية، وآلان ستيرن، عالِم الكواكب الأمريكي، الذي وضع كوكب "بلوتو" في دائرة الضوء، وجينان باو، المهندسة الكيميائية التي تُعتبر من مؤسسي علم الإلكترونيات العضوية المرنة الرقيقة، وعلي أكبر صالحي، رئيس البرنامج النووي الإيراني، وجوان شميلز، عالمة الفلك التي أماطت اللثام عن التحرش الجنسي بالباحثات، وديفيد رايك، ودراساته حول تاريخ الجينوم البشري، وميخائيل إريمتس، وبحوثه في مجال نقل الكهرباء دون مقاومة، وكريستينا سمولك، عالمة البيولوجيا التخليقية، وبحوثها لإنتاج الأفيونات باستخدام الخميرة، وبراين نوزيك، باحث علم النفس التجريبي، ودوره في تحسين قابلية الأبحاث العلمية لإعادة الإنتاج.

كما يقدم المقال نفسه الشخصيات الجديرة بالمراقبة خلال عام 2016، وتشمل القائمة: فابيولا جيانوتي، المدير العام لمختبر سيرن، وجابريلا جونزاليس، المتحدثة باسم مرصد مقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية "ليجو" LIGO، وكاتي نياكان، عالمة بيولوجيا الخلايا الجذعية في معهد فرانسيس كريك، وديميس هاسابيس، العضو المؤسس في شركة الذكاء الاصطناعي "ديب مايند"، وأخيرًا.. يانج وي، رئيس المؤسسة الوطنية للعلوم الطبيعية في الصين.

وفي الملف نفسه تقرير حول أهم صور عام 2015، وتشمل: صورة موجات صدمية خلَّفتها طائرة أمريكية نفاثة تخترق حاجز الصوت، وصورة مفصلة لرأس سوسة القطن، وصورة أجزاء حيوية من نبات البردي، تظهر على شكل أجسام مربعة تتخذ شكل جماجم، وصورة فيروس ثلاثي الأبعاد يهاجم نوعًا من الحيوانات الأولية وحيدة الخلية، وصورة اثنين من تنانين كومودو؛ كبرى السحالي على وجه الأرض، في معركة وحشية؛ لفرض السيطرة على إحدى المناطق في إندونيسيا، وصورة سديم كوكبي، يُطلق عليه اسم "سديم البومة الجنوبي"، ويظهر كمشهد شبحي، وصور مسبار "نيو هورايزونز" لكوكب بلوتو، وصورة برق صناعي، أطلقه الباحثون في المركز الدولي لأبحاث واختبارات البرق في فلوريدا، وصورة خريطة المواد الكيميائية والميكروبات التي تكسو أكبر أعضاء الجسم البشري "الجلد"، وصورة للنسور الأفريقية أثناء التهامها إحدى فرائسها، وصورة الحرائق التي اندلعت في كاليفورنيا نتيجة للجفاف، وأخيرًا.. صورة تمثل دليلًا من أقوى الأدلة حتى الآن على وجود سائل ملحي على سطح المريخ.

يضم العدد أيضًا مختارات محرِّري قسم "أنباء وآراء" لأهم أبحاث 2015، التي تضم أبحاثًا في مجالات فيزياء الكَمّ، والخلايا الجذعية، وعلم الكواكب، وعلم الأحياء الحاسوبية، وعلم المناخ، والملاريا، وعلم الحفريات، وفي مجال الكيمياء العضوية.

ونقدم تقريرًا في قسم "مهن علمية" حول العلماء الصينيين الفائزين بالجوائز التي قدمتها دورية *Nature* لعام 2015 في مجال الإرشاد العلمي، الذين استثمروا جهودهم في توجيه الجيل القادم من الباحثين.

وختامًا.. نرجو لكم الاستمتاع بقراءة ما نقدمه في صفحات *Nature* الطبعة العربية.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

فبراير 2016 / السنة الرابعة / العدد 41

استعـراض لعـام 2015



COVER BY PETER CROWTHER

365 يومًا:
السَّنة من منظور العِلْم

هــذا الـشــهـــر

أخبـــار فى دائرة الضـوء

تعليقات



مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



المحتويات

فبراير 2016 / السنة الرابعة / العدد 41

أبحـــاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــذا الشهـــر

افتتاحيات

رؤية عالمية استطلاعات الإنترنت التي ترصد موقف الأشخاص من الأمراض العقلية تكشِف حجم المشكلة **ص. 11**

علم الحيوان حبّار *Sepia officinalis* يستخدم التمويه الكهربائي **ص. 12**



منشآت هيئة المسح البريطاني للقطب الجنوبي تنقل محطة الأبحاث الخاصة بها، "هالي" السادسة **ص. 15**

فلنتمهَّــل في العلاج بالخلايــا الجذعيـــة

تطرح اليابان نظامًا غير مُثْبَت الفاعلية، يجعل المرضى يدفعون مقابل الخضوع لتجارب إكلينيكية.

عكفت اليابان على العمل بجدّ؛ حتى تظل متربعة على قمة الأبحاث والتطبيقات الإكلينيكية في الطب التجديدي، حيث استثمرت مليارات الينّات في الخلايا الجذعية المُحفَّزة متعددة القدرات "iPS" التي تُنتَج عن طريق إعادة برمجة خلايا فرد بالغ؛ لتتطور إلى أي نسيج جسدي. كما عَدَّلَت اليابانُ اللوائحَ المنظِّمة للأدوية لديها؛ لتصميم نظام سريع المسار؛ يمكِّنها من طرح العلاجات التجديدية في السوق بسرعة.

وقد سجلت هذه الاستراتيجية نجاحًا إلى حدّ ما، ففي سبتمبر الماضي تم اعتماد أوَّل العلاجات بموجب القانون الجديد. ووفقًا للمؤسسات الصاعدة في مجال الطب التجديدي في اليابان، يُعَدّ هذا النظام هو الأسرع في تلبية احتياجات المرضى. وهم يبرِّرون ذلك قائلين إنه بدون هذا النظام ستتعطل العلاجات، بسبب أن التجارب الإكلينيكية التي تُنفَّذ على مراحل يُمْكِن أن تستغرق عدة سنوات، وتكلِّف مئات الملايين من الدولارات، بيد أنه ليس واضحًا ما إذا كان عامل السرعة سيفيد المرضى، أم سيساعد النظامَ الصحي الوطني الياباني المثقل بالأعباء.

أحد العلاجات المعتمدة هو "هارت شيت" HeartSheet، وهو بمثابة خلايا جذعية من العضلات الهيكلية، تُؤخذ من فخذ مريض، وتُستنبَت في المعمل، ومن ثم تُزرع الصفيحة التي تنتجها شركة "تيرومو" Terumo في قلوب المرضى الذين يعانون من قصور حادٍّ في القلب. وقد منحت وزارةُ الصحة اليابانية الشركةَ «اعتمادًا مشروطًا» لاستخدام هذا العلاج إكلينيكيًّا، بعد أن نَفَّذَت الشركة المرحلة الثانية من التجارب، حيث ثبتت سلامته وفاعليته مع سبعة مرضى (Y. Sawa *et al*. *Circ. J*. **79**, 991–999; 2015).

والآن يمكن للشركة أن تسوِّق العلاج وتبيعه، بشرط أن تقدم للوزارة في خلال خمس سنوات البيانات الخاصة بـ60 مريضًا على الأقل، تم علاجهم عن طريقه، وبيانات 120 حالة ضابطة، بهدف التحقق من فاعلية العلاج. يقول المسؤولون في وكالة الأدوية والأجهزة الطبية التي يُناط بها اعتماد العلاجات الجديدة إن فحص هذه البيانات سيكون بدرجة الدقة نفسها التي سيكون عليها فحص تجربة إكلينيكية تقليدية بالمرحلة الثالثة.

هذه الاعتمادات تغطي أمرين يشغلان اليابان كثيرًا، أولهما أنها ستسمح لليابان بأن تعتلي قمة الطب التجديدي، وهو الأمر الذي سعت إليه بإصرار منذ أن أصبحت الخلايا الجذعية المُحفَّزة متعددة القدرات مشروعًا قوميًّا، مما يمكن أن يؤهل أحد علمائها للفوز بجائزة "نوبل". والأمر الثاني هو أن اليابان مُصِرَّة على إيجاد آليّات جديدة للنمو الاقتصادي؛ لأنها حققت بعض النجاحات في مجال التقنية الحيوية بالفعل.

أمّا الشركات المتخصصة في مجال التقنية الحيوية حول العالم، فهي سعيدة بالاعتماد أيضًا، فقصص طرح العلاجات في السوق تُعَدّ بديلًا جيدًا للحديث عن قصص الفشل. ففي يوم من الأيام، كانت شركة "جيرون" Geron للتقنية الحيوية بكاليفورنيا رائدةً في الطب التجديدي، لكنها تخلَّت مؤخَّرًا عن العلاج بالخلايا الجذعية الجنينية. كما قررت هذا العام ماسايو تاكاهاشي ـ التي تعمل بمركز "رايكن" لعلم الأحياء النمائي في مدينة كوبي ـ أن توقف تجاربها على ترقيع الشبكية باستخدام الخلايا الجذعية المُحفَّزة متعددة القدرات، لتعالج ـ بدلًا من ذلك ـ التنكُّس البُقَعي المرتبط بالعمر.

إن المرضى مستعدون لدفع المال، بل والكثير من المال؛ لعلاج مرض صفائح القلب، الذي يكلِّف حوالي 15 مليون ين ياباني (122 ألف دولار أمريكي). وقد أضافته وزارة الصحة اليابانية في نوفمبر الماضي إلى العمليات التي يغطيها التأمين الصحي الوطني، ولكن المريض ما زال سيدفع ما يتراوح بين 10 و30% من تكلفة علاج غير مؤكَّد الفاعلية، وبذلك تدعم الوزارة فعليًّا التجارب الإكلينيكية للشركة.

لقد قَلَبَت اليابان نظام اكتشاف الأدوية رأسًا على عقب، فعادةً ما تتحمل شركات الأدوية النفقات، وهي بالتبعية تتحمل المجازفة، لأنها هي مَن سيكسب من وراء الدواء على المدى الطويل، ولكنها الآن لا تجازف وحدها، وعندما يأتي الوقت الذي تتحقق فيه الشركات مما إذا كان الدواء ناجحًا أم لا، ستكون قد حققت بالفعل عائدًا من ورائه.

> **«مِن الممكن أن تجد اليابان نفسها غارقة في بحر من العلاجات غير الناجحة».**

وقد عَلَّلَت الحكومة موقفها قائلة إن النظام الذي وضعته سيشجع الشركات على طرح علاجات الطب التجديدي، التي يمكن أن تنجح في السوق، وستجتهد الشركات من أجل جَعْل هذه العلاجات تَعْبُر مرحلة التجارب الأولية الصغيرة، ولكنّ هناك أدوية كثيرة تعبر هذه المرحلة، ثم تفشل في المرحلة الثالثة.

وقد تحمَّست الشركات التي تعمل في مجال التقنية الحيوية بالدول الأخرى للفكرة؛ ومن ثم ضغطت على الأجهزة التنظيمية في بلادها، كي تحذو حذو اليابان، لكنها خطوة خاطئة، ويجب على الهيئات التنظيمية حول العالم أن تتصدى لهذه الضغوط التي تدفع إلى نظام اعتماد علاجات سريع المسار، قبل أن تثبت اليابان نجاح النظام الذي وضعته، وهو ما سوف يستغرق وقتًا بالتأكيد. وسوف تضطر الدولة إلى إثبات أن نظام الرعاية الصحية الخاص بها قادر على تحمُّل تكاليف علاجات الطب التجديدي الجديدة، وأن المرضى لا يشعرون بأنهم مغبونون. والسؤال الآن.. ما الذي سيحدث، إذا ما تم بصورة قطعية اكتشاف عدم فاعلية أحد الأدوية المطبَّق عليها النظام سريع المسار؟ يقول مسؤولو الشركة وممثلو الحكومة إنه لن يتم تعويض المرضى عن ذلك، على الرغم من أن بعض هؤلاء المرضى ربما دفع ما يصل إلى 4.5 مليون ين (حيث يغطي التأمين الصحي الباقي) لقاء علاج غير فعّال.

يجب أن تَضْمَن هيئة الدواء اليابانية أنّ تقييمَ الأدوية بعد طرحها في السوق سيكون بالقدر نفسه من الصرامة التي تدَّعيها، فلن يكون من السهل إيقاف دواء تم اعتماده بالفعل، سواء أكان هذا الاعتماد مشروطًا، أم غير مشروط. فإذا كان التقييم المتساهل يعني غياب الشفافية بخصوص الأدوية غير الفعَّالة، أو عدم سَحْبها من الأسواق، فمن الممكن أن تجد اليابان نفسها غارقة في بحر من العلاجات غير الناجحة. ولن ينفع ذلك المرضى، ولا الحكومة، ولا شركات التقنية الحيوية التي تريد أن يُشار إلى أدويتها التي تتمتع بفاعلية حقيقية بالبَنَان. ■

لغـــز المحاصيـــل

على الاتحاد الأوروبي أن يحدِّد بصورة قاطعة ما إذا كانت قوانين التعديل الوراثي تسري على النباتات المعدلة وراثيًّا، أم لا.

ربما كان الفيلسوف جورج سانتايانا يتنبأ بتعامل الاتحاد الأوروبي مع مسألة هندسة الكائنات الوراثية، عندما قال منذ ما يزيد على قرن من الزمان إنّ مَنْ لا يتعلمون

من التاريخ محكوم عليهم بمشاهدته وهو يعيد نفسه.

يتلكأ الاتحاد الأوروبي في إصدار تشريع، من شأنه أن يؤثر على البحث والإبداع لسنوات قادمة. فقد بات على المحكّ استخدام أدوات التحرير الجيني التي أحدثت ثورة في علم الأحياء، مثل تقنية "كريسبر/كاس9"، حيث يمكن من الناحية النظرية لهذه التقنيات أن تُطلِق صافرات الإنذار، ولكن يمكنها أيضًا أن تقع في شَرَك التشريعات المجحفة التي أضافت بالفعل عدة مراحل من البيروقراطية إلى الأبحاث المتعلقة بالهندسة الوراثية التقليدية، مما تَسبَّب في إبطاء عملية زراعة المحاصيل المهندسة وراثيًّا، حتى إنها أصبحت تُراوِح مكانها في العديد من الدول.

يمكن استخدام الأدوات الجديدة؛ لإحداث طفرات، من الممكن أن تحدث بشكل طبيعي، دون أن تترك في المنتج أي أثر لجينات غريبة. وبناءً على ذلك.. فقد قضت وزارة الزراعة الأمريكية في حالات كثيرة بأنه ليس من الضروري إخضاع المنتَج للقواعد التنظيمية الخاصة بالهندسة الوراثية.

ومن المُزمَع أن تقوم المفوضية الأوروبية بإجراء مماثل، انطلاقًا من إدراكها أن القواعد التي تحكم أمثال هذه المنتجات هي في الحقيقة قواعد مُعرقِلة، لا سيما توجيهات عام 2001 المتعلقة بإطلاق الكائنات المهندَسة وراثيًّا إطلاقًا متعمَّدًا في البيئة، بيد أن هذه ستكون بمثابة كارثة تحل بالبحث العلمي.

تمثِّل المفوضية مصالح 28 دولة من الدول الأعضاء. وهذه الدول منقسمة بشدة في المسائل المتعلقة بالتعديل الوراثي. ورغم ذلك.. تحتاج المفوضية قريبًا إلى أن تنصّ بوضوح ـ لا لبس فيه ـ على أن العمل بهذه التقنيات الجديدة أمر مهم، ولا يحتاج بالضرورة إلى أن يتم ضبطه بالطريقة نفسها التي احتاجها الجيل السابق من المحاصيل المهندَسة وراثيًّا.

وتقوم الأدوات الدقيقة والفعَّالة لتحرير الجينات على إدخال جين يمكن أن يُحْدِث طفرات صغيرة وموجَّهة، تغيِّر جينوم الكائن الحي نفسه. ويمكن لهذه الطفرات أن تُحْدِث تغييرًا دائمًا في وظيفة الجين المستهدَف، أو أن تغيِّر حساسيته للمؤثرات البيئية، أو تلغيه نهائيًّا، ويمكن عندئذ لآثار الجين الغريب أن تزول.

والجوهر القانوني للمسألة هنا هو ما إذا كانت توجيهات 2001 تنطبق على كافة منتجات الهندسة الوراثية، أم أنها تختص بالكائنات الحية التي تُعدَّل بصورة لا يمكن أن تحدث في الطبيعة، مع ملاحظة أن نَصّ التوجيهات يأتي على ذكر الحالتين.

أما المنظمات الأهلية المناهِضة للهندسة الوراثية، فتقول إن هذه التوجيهات تختص بعملية تخليق المنتجات، ولكن التحليلات القانونية التي أجرتها خلال العام الماضي دول أعضاء عديدة ـ ومنها ألمانيا ـ حول المحاصيل المهندَسة وراثيًّا بالطرق التقليدية، خلصت إلى أن الأمر يتعلق بصورة أساسية بالمنتجات نفسها.

ما يهم هو التحليل القانوني الخاص بالمفوضية، الذي يجري خلف الأبواب الموصدة، ولكن تكرار تأخير نتيجته أشاع حالة من الالتباس الشديد في أرجاء المجتمع العلمي. وهناك وعد الآن بإعلان النتيجة قبل نهاية مارس. ولكن، لماذا يستغرق الأمر كل هذا الوقت؟

لقد أشارت المفوضية بقوة إلى أن الأمر سيُسَوَّى في النهاية في المحكمة؛ حيث إنه لا بد لقرارها من أن يُغْضِب أحد الأطراف، ويمكن لهذا الطرف أن يتجه إلى القضاء بطبيعة الحال، ولكن احتمال إلغاء المحكمة لقرار تحرير العديد من المنتجات المعدلة جينيًّا من إسار القواعد التنظيمية الخاصة بالتعديل الوراثي سيزيد من الالتباس السائد في المجتمع العلمي.

«تَرْك الفصل في مسألة سياسية للمحكمة، ما هو إلا خيار ينمُّ عن ضعف».

يحضرنا في هذا الموقف ماضٍ لا ينبغي تكراره، فلقد اختبرت المفوضية محاولة فاشلة في حل الخلاف الطويل الذي دار حول المحاصيل المهندَسة وراثيًّا بالطرق التقليدية، حيث تقدمت إلى محكمة العدل الأوروبية للفصل في ما إذا كان يجب إلزام الدول الأعضاء بالسماح بزراعة المحاصيل التي تعتبرها الهيئات التنظيمية بالاتحاد الأوروبي آمنة، أم لا. وقد جاء حكم المحكمة مؤيِّدًا الإلزام، ولكنْ هناك دول خالفته، كأنه لم يكن. وفي محاولة منه لتقديم تسوية غير سوية، يسمح الآن الاتحاد الأوروبي لدول بعينها بأن تنسحب.

تحسَب المفوضية أن ردّ الفعل تجاه حكم المحكمة يمكن أن يكون مختلفًا هذه المرة، نتيجة إبداء بعض الدول الأعضاء استعدادها لاعتبار المنتجات المعدلة جينيًّا منتجات غير مهندَسة وراثيًّا.

إن تَرْك الفصل في مسألة سياسية للمحكمة، ما هو إلا خيار ينمُّ عن ضعف. وقد يستغرق الأمر سنوات، وحتى إنْ أتى الحكم إيجابيًّا، فمن الوارد أن يفقد قيمته، نتيجة للقوة الساحقة التي تتحلى بها مزاعم دول معينة بكونها مجبَرة على هذا النوع من التقنية، مما لا يخدم أبدًا الصورة الإيجابية للتشريع، الذي يُفترض به أن يكون مرآةً تعكس إرادة الناس.

ينبغي على المفوضية أن تقرّ بأن روح توجيهات عام 2001 لا تغطي الأثر المترتب على استخدام أدوات التحرير الجيني الجديدة، ومن ثم ينبغي عليها أن تمنحها الضوء الأخضر، وأن تُظْهِر تحمسًا وتشجيعًا أكبر لها. وإذا كان منطوق التوجيهات يعطي مجالًا لِلَّبس، فينبغي تحديثه؛ ليعكس عالمًا حلَّ فيه العِلْم الحديث محلَّ القديم.

وأيًّا كان القرار الذي ستتخذه المفوضية، يجب إنهاء حالة الالتباس الحاصلة؛ للسماح للأبحاث بالاستمرار، وفي أسرع وقت ممكن. ■

قفزة كَمِّيَّـة

أصبح الفيزيائيون قادرين بشكل أفضل على دراسة السلوك الكَمِّي للجسيمات على المستوى الذري.

كان إروين شرودنجر رجلًا مثيرًا للاهتمام.. ليس فقط لأنه امتلك خيالًا خصبًا مَكَّنَه (نظريًّا) من قتل قطٍّ، بل لأنه كان على الصعيد الشخصي في حالة مستمرة من التراكب، بين كونه رجلًا لامرأة واحدة، وبين تعدُّد علاقاته؛ فقد كان يجمع بين زوجة وعشيقة. وعلى الرغم من أن أسلوب حياته غير التقليدي هذا أوقعه في المتاعب في أكسفورد، إلا أنه لم يشكِّل له مشكلة في دبلن، تلك المدينة ذات الأغلبية الكاثوليكية. ومثلما فعل الكيميائي ألبرت هوفمان، الذي جرَّب ثنائي إيثيل أميد حمض الليسرجيك (LSD) على نفسه أولًا، ربما تأمَّل شرودنجر كيف سيكون شعور الإنسان أو القط في حالة حقيقية من التراكب الكَمِّي.

من حيث المبدأ، تسمح ميكانيكا الكَمّ لشرودنجر ـ أو لأي واحد منا بالتأكيد ـ بدخول حالة تَرَاكُب كَمِّيَّة؛ ما يعني ـ وفقًا لنظرية الكَمّ ـ إمكانية أن يكون جسم كبير في حالتين كميتين في الوقت نفسه، إذ ليس الأمر حكرًا على الجسيمات دون الذَّرِّيَّة. وتشير الأحداث اليومية بالطبع إلى أن الأجسام الكبيرة تتصرف وفق قوانين الفيزياء الكلاسيكية، بينما يُبذل الكثير من الجهد في المختبرات الخاصة، لملاحظة الخصائص الكمية للفوتونات، أو الإلكترونات، ولكن حتى في أفضل المختبرات ـ وببذل جهود كبيرة ـ لم يتم بعد رصد أي خصائص كمية لجسم يقترب حجمه من حجم قط شرودنجر.

هل يمكن لأحد أن يرصد شيئًا من ذلك؟ ليس هذا مجرد سؤال فلسفي؛ إذ يسعى أحد أهم الأسئلة التي تتمحور حولها تجارب فيزياء الكَمّ إلى اكتشاف ما إذا كانت هناك نقطة ينتهي عندها العالَم الكَمِّي، ليبدأ العالَم التقليدي، أم لا.

تكمن الطريقة المباشرة للإجابة عن هذا السؤال في التحقق تجريبيًّا من الخصائص الكَمِّيَّة لأجسام أكبر قليلًا، يمكن رؤيتها بالعين المجردة، حيث توصَّل علماء إلى هذه الخصائص في الجسيمات دون الذَّرِّيَّة، عندما أكَّدوا أن هذه الجسيمات تتصرف أحيانًا كموجات، مع وجود قِمَم وقِيعان موجية مميزة. وبالمثل، نجحت أنظمة مختبرية تقوم على مبدأ التداخل الكَمِّي ـ باستخدام عديد من المرايا، وأجهزة الليزر، والعدسات ـ في الكشف عن سلوك موجي لجزيئات كبيرة، يفوق حجمها 800 ذرَّة.

يمكن لتقنيات أخرى أن تذهب إلى أبعد من ذلك.. فهناك ما يُسمَّى مقاييس التداخل، التي تسبر الموجات الذَّرِّيَّة بالطريقة نفسها التي تقيس بها مقاييس التداخل التقليدية موجات الضوء. وتتمثل فكرة عمل مقاييس التداخل في تقسيم الموجة الذَّرِّيَّة إلى حزمتين موجيّتين منفصلتين، ثم إعادة تجميعهما في نهاية المطاف. إنّ حساسية هذه الأجهزة ذات صلة بمدى قدرتها على تحقيق هذا الفصل مكانيًّا. وحتى الآن، تستطيع أفضل مقاييس التداخل الذَّرِّيَّة فصْل الحِزَم الموجية بتَبَاعُد قدره حوالي سنتيمتر واحد.

لقد أحرز علماء الفيزياء تقدُّمًا مدهشًا في هذا الصدد؛ حيث تمكنوا من إجراء تداخل كَمِّي بين حِزَم موجية ذَرِّيَّة، يفصلها تَبَاعُد قدره 54 سنتيمترًا. وعلى الرغم من أن ذلك لا يعني أنه أصبح لدينا قط حقيقي في حالة تراكب كَمِّي، إلا أنه يمكن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

للقط أن يأخذ الآن قسطًا من الراحة بين فرعي تلك الحالة الكَمِّيَّة المتراكبة. (لم تتعرض أي قطط للأذى في سياق هذه التجارب).

يُعَدّ جَعْل جزيئات ضخمة تستعرض طبيعتها الموجية، ومن ثم تصميم مقاييس تَدَاخُل ذَرِّيَّة، مِن شأنها فصل الحِزَم الموجية بتباعد مقداره نصف متر، مُنْجَزًا من المنجزات التجريبية الاستثنائية. كما ترتب على هذه التجارب آثار تقنية وعملية كثيرة، تتمثل في: قياس التسارع بمقاييس تداخل ذَرِّيَّة متميزة، يمكن الاستعانة بها في الملاحة، وتصميم كواشف لموجات الجاذبية، تتميز بعدم حساسيتها للضجيج الزلزالي.

كان شرودنجر فيلسوفًا أكثر منه مهندسًا؛ ولذا.. كان من الطبيعي ألّا يهتم كثيرًا بالتداعيات العملية لنظريته. ومع ذلك.. فقد قال إنه سوف يصفق للباحثين بالتأكيد، إذا استطاعوا يومًا ما حمل الأجسام الكبيرة على اكتساب خصائص كمية. ويوجد بالفعل الكثير من الطرق المقترَحة لتكبير حجوم أجسام ذات سلوك كمي مثبت، منها: مرآة مجهرية في حالة تراكب كمي، ناتجة عن تفاعل فوتون، وتتضمن حوالي 1410 من الذَّرّات. اقترح باحثون ـ مُطْلِقِين لخيالهم العنان ـ طريقة لفعل الشيء نفسه مع بِنَى بيولوجية صغيرة، مثل الفيروسات.

لِنَكُنْ واضحين... لا يزال الوقت مبكرًا أمام العِلْم ليستطيع وضع شخص ـ أو قط ـ في حالة تَرَاكُب كَمِّي. يقول كثيرون إنه بسبب الطريقة التي تتفاعل بها الأجسام الكبيرة مع البيئة، لن نكون قادرين على قياس السلوك الكَمِّي لشخص ما، لكنْ مع دخول عام جديد، لا بد لنا مِن أنْ نبني آمالًا جديدة. فإذا استطعنا ـ فقط إذا استطعنا ـ أن نكون على بَيِّنَة من هذه الحالة المتراكبة، بِمَ سنشعر؟ إن "الشعور" بشيء ما يتطلب قياس الدالة الموجية للكائن، وهو ما يتسبب ـ بالضرورة ـ في انهيارها، ولذا.. ربما لن نشعر حقًّا بشيء ما، أو قد نبتسم ابتسامة عريضة فحسب. ■

فلنعمل معًـــا

أصبح التعاون العلمي العابر للقارات حقيقة واقعة، ويجب أن نحرص على عدم تجاهل المناطق الأقل حظًّا.

وسط التعهّدات بالاهتمام بالتريُّض، والإبقاء على غرف المكاتب وأماكن العمل مرتَّبة، ينبغي على العلماء اتخاذ قرارات تضمن لهم استمرار النجاح في العام الجاري 2016، منها: وسِّع أفقك، وفكِّر خارج الصندوق، واختبر سُبُلًا جديدة لعرض البيانات والنتائج، وتجاوَز الحدود التاريخية الفاصلة بين الموضوعات الأكاديمية إلى أفق التعددية الرحب. وربما الأهم من ذلك كله هو تبنِّي الاتجاه المتزايد نحو التعاون الدولي.

تبدو فوائد التعاون الدولي واضحة؛ إذ تجذب الأبحاث العلمية العابرة للحدود اهتمامًا أكبر من تلك المغمورة، كما تحظى منشورات الأولى بالتنويه والإشادة. ويبدو من الواضح أيضًا أن عالَمية العِلْم ستتحقق مع تزايد البحوث العلمية المُمَوَّلة شعبيًّا، التي سيكون لها مردود كبير، وسيجد العلم حلولًا عابرة للحدود لأكثر المشكلات إلحاحًا.

تُعَدُّ القضايا والتحديات الكبرى، مثل الاستدامة، والصحة، وتوافر الماء والغذاء، وتوازن النظام البيئي، نتاجًا لتراكمات وعلاقات مُرَكَّبة، بعضها طبيعي، وبعضها الآخر بفعل الإنسان، في مناطق مختلفة من العالم، لكنها مرتبطة ببعضها البعض. ولابد للحلول العلمية من أن تتبع نمطًا مماثلًا، ألا وهو: الترابُط رغم الاختلاف.

نشرت دورية *Nature* الدولية في نوفمبر الماضي تقريرًا يؤرشف مبادرات التعاون في عام 2015 (انظر: go.nature.com/nji2gb). وحسب التقرير، فإن حوالي 70% من الأبحاث الأكاديمية الصَّادرة عن جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة شارك فيها مؤلفون ينتمون إلى دول مختلفة. كما يُظهر التقرير التنوع في المؤسسات الراعية لتلك المشروعات الدولية، حيث لم تَعُد متركزة في الدول الأوروبية الكبرى، واليابان، والولايات المتحدة. ويقوم علماء من إسبانيا والبرتغال بصياغة تحالفات بَنّاءة مع علماء آخرين من أمريكا الجنوبية، كما يتطلَّع باحثون أستراليون إلى العمل المشترك مع علماء من شرق آسيا.

ويعكس هذا كله الطبيعة الرَّحبة للجغرافيا السياسية الجديدة في القرن الواحد والعشرين، وهو ما عبَّرت عنه بوضوح اتفاقية التغيُّر المُناخي المُوَقَّعة في باريس في ديسمبر الماضي؛ حيث تحمَّلت دول معينة، مثل الصين، والهند، والبرازيل ـ التي صَنَّفتها محادثات المناخ السابقة ضمن الدول النامية الفقيرة ـ قدرًا أكبر من المسؤولية تجاه الاحتباس الحراري، بما يتناسب مع نموِّ تلك الدول المطَّرد.

نظرة من الخارج

هناك مِن العلماء مَن لا ينعم بإيجابيات عصر ازدهار التعاون هذا. وقد نصَّ الباحثان المتخصِّصان في التحليل الإحصائي للمنشورات؛ جوناثان آدامز، وتامار لوتش ـ في تقرير دورية *Nature* المُشار إليه آنفًا ـ على أن عاقبة الإخفاق قد تكون بالغة السوء (انظر: J. Adams and T. Loach *Nature* 527, S58–S59; 2015)، وكتبا: "بقدر ما يُعَدُّ التعاون مثمرًا ومؤثِّرًا، بقدر ما تخسر المجموعات البحثية غير المشارِكة، وتتخلَّف عن الرَّكب، بل وتُهمَّش أبحاثها".

«يتمثل الحل طويل الأجل لمشكلة عدم التكافؤ في تحقيق تكافؤ الفرص الاستثمارية».

ليس من المفاجئ معرفة البلدان التي يأتي منها أولئك العلماء المهمَّشون؛ فأفريقيا تظل القارة الأقل تمثيلًا في هذا العالم الجديد، رغم الدور القوي نسبيًّا الذي تلعبه جنوب أفريقيا، مقارنةً ببقية دول القارة. ومع ذلك.. فإن مشكلة البحث العلمي في أفريقيا لا تقارَن بضخامة التحديات السياسية والاجتماعية والاقتصادية التي تواجهها. وكما أظهر انتشار فيروس الإيبولا ـ بتأثيره المحلي المدمِّر ـ فإن مشكلات القارة الأفريقية تمثل تحديًا للعالم برمّته.

كيف يمكن أن يشمل التعاون العلمي المتزايد الدول النامية؟ وكيف يمكن أن نضمن وصول عوائد البحث العلمي إلى الشريحة الإنسانية الأكثر احتياجًا؟

ليست مصادفة أن يتزامن تصدُّر الصين للمشهد الدولي، باعتبارها شريكًا قويًّا مرغوبًا فيه، مع استثمارات محلية مُكَثَّفة في البحث العلمي، بينما لا تستطيع دول عديدة من أفريقيا ـ وكذا دول نصف العالم الجنوبي ـ الاستثمار في البحث العلمي، ولا ترغب في ذلك، وستستمر القوى المحرِّكة لسوق البحث العلمي ـ شئنا، أم أَبَيْنا ـ في دفع دول النصف الشمالي إلى البحث عن شركاء في مكان آخر.

بدلًا من ذلك.. ارتبطت استثمارات الدول الغنية في البحث العلمي في الدول الفقيرة منذ وقت طويل بأجندة تنموية محددة، مما يجعلها غير محكومة بالمنتَج العلمي وحده (بحوث وأوراق علمية)؛ بل بتحالفات غير متكافئة، قد تبدو محرجة، كما هو ملحوظ في الأبحاث المموَّلة بهذه الطريقة. لم تُعِق السياسات الأبوية في مرحلة ما بعد الاستعمار تمويل مشروعات البحث العلمي، ولكن ظلت طبيعة العلاقة بين المانح وبين المُتلَقِّي على حالها، مع ما يسببه ذلك من مشكلات في صلب المشروعات، وفي موازين القوى، إذ غالبًا ما يضع أهل الشمال ـ أصحاب رأس المال ـ أجندات البحث العلمي، ويتحكمون في فرص نجاحها، بينما لا يُفترَض بأهل الجنوب سوى التنفيذ، بل والامتنان لتلك المنح السخية.

ويحاول عديد من المهتمين بهذا الشأن ـ بداية من الحكومات والمؤسسات المانحة إلى المعاهد وقادة المشروعات ـ التنبيه لخطورة هذا النوع من عدم التكافؤ، وطرح حلول لمعالجته. وتستحق تلك المحاولات كل دعم وتقدير.

يتمثل الحل طويل الأجل لمشكلة عدم التكافؤ في تحقيق تكافؤ الفرص الاستثمارية. أما على المدى القصير، فعلى الباحثين المتورِّطين في هذا النوع غير المتكافئ من التعاون عدم استغلال الوضع. فبينما تتسع آفاق المشاركة، لا بد من الاتفاق على مواثيق شرف مهنية، توفِّر ضمانات أمان مناسبة، وتراقب الاستخدام العادل للموارد والبيانات.

من الضروري أيضًا نشر الوعي بأنه مثلما أن مجالات البحث أوسع من الأوراق البحثية المتوفرة بالفعل، فإن المشاركة تتطلب أكثر بكثير من مجرد إسهامات تقليدية، مثل المال، والمعدّات.

تضمَّن تقرير دورية *Nature* حول مبادرات التعاون تنويهًا عن أحد المشروعات الدولية التي نَشرت ورقة بحثية عن تحاليل جينية خاصة بالإنسان، وبقرود الشمبانزي، والقمل المتعايش معها. وقد اقتبس التقرير مقطعًا، كتبه أحد المشاركين في البحث، وهو باحث أوغندي، قال إنه كان من المستحيل أن يصل إلى ما وصل إليه بدون دعم زملائه الباحثين في الولايات المتحدة وأوروبا، لا سيَّما أن المجموعة الأوغندية كانت تفتقر إلى التقنيات اللازمة. وهو محق في ذلك تمامًا، لكن زملاءه أيضًا كانوا يفتقرون إلى قرود الشمبانزي اللازمة. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM

للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حاجة الشركات إلى تَبَنِّي أهداف مستدامة

يحذِّر **كلاوس لايزنجر** من أن الشركات التي لا تواكب استراتيجياتها الإدارية أهداف التنمية المستدامة ستُمْنَى بخسائر فادحة.

في سبتمبر الماضي، أقرَّت مجموعة كبيرة من الدول جدول الأمم المتحدة 2030 للتنمية المستدامة، الذي يتضمن: الغايات والأهداف الرامية إلى القضاء على الفقر، وحماية كوكب الأرض من الانهيار، وضمان الرفاهية والازدهار، وتعزيز السِّلْم، والسعي من أجل مجتمعات عادلة ومتضامنة. مثَّل ذلك حدثًا تاريخيًّا بكل المقاييس؛ حيث لم يتفق قادة العالم من قبل على جدول أعمال موسع بهذا الحجم، لإحداث تحوُّل هائل في المجتمعات.

بطبيعة الحال، يتطلب النجاح الفعلي لجدول الأعمال 2030 منا جميعًا ـ بدءًا من الحكومات، وسائر القوى المجتمعية الفاعلة، وانتهاءً بالأفراد ـ الالتزام الكامل بتنفيذ ما وَرَدَ فيه. كما تلعب الشركات ـ لا سيما الشركات الدولية الكبرى، التي تضع المعايير الخاصة بالقطاعات والأسواق الصناعية ـ دورًا محوريًّا في هذا النجاح، ومن ثم، يتعين عليها تجاوُز فكرة «العمل المعتاد». لقد شهدت الأدوار المنوطة بالمجتمع تغيرات جذرية، ويجب أن تواكب التوجهات والسلوكيات الإدارية للشركات هذه التغيرات. وفيما يلي الخطوات الإجرائية لتحقيق هذه الغايات:

أولًا، يجب أن تؤمن الشركات إيمانًا حقيقيًّا بقيم الحرية، والمساواة، والتضامن، والتسامح، واحترام الطبيعة، والمسؤولية المشتركة التي يدعو إليها جدول أعمال 2030، وبأنّ الموافقات الظاهرية وسياسات التملق التي يمارسها مسؤولو التواصل بهذه الشركات ـ لتجنُّب الصدام السياسي ـ لم تعد تفي بالغرض، وأن الحل الوحيد يكمن في تحويل القِيَم النظرية إلى استراتيجيات واقعية، ونماذج مشروعات وأدوات لتطوير المنتجات، حيث يمثِّل جهل الشركات بالمعارف البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وبالقيم العالمية التي يعبِّر عنها المجتمع الدولي، قصورًا في النزاهة.

ثانيًا، يمثل الفكر المتكامل عنصرًا مهمًّا؛ فإذا كانت ثقافة الشركة لا تعبأ إلا بمؤشرات الأداء الاقتصادي قصيرة المدى، فإن موظفيها سيُغَلِّبون الثقافة ذاتها، ومن ثم ستقع اختياراتهم دائمًا على المورِّدين الأقل تكلفة، بغض النظر عمّا ينطوي عليه ذلك من ظروف عمل متدهورة، ومن ممارسات بيئية مدمرة. وتمثل فضيحة الانبعاثات في شركة "فولكس فاجن" نموذجًا لِمَا يمكن أن يحدث، إذا ظلَّت الإدارة بمنأى عن موظفيها.

تمثل التحولات داخل الشركات لتحقيق الاستدامة إحدى مهام القيادة؛ فكما يتم تنظيف السلالم من أعلى إلى أسفل، فإن الإصلاحات المؤسسية يجب أن تتولاها القيادات التنفيذية العليا؛ لتَنْقُلها من حيز القول إلى حيز الفعل. لقد أمضيت العقود الثلاثة الماضية على رأس مؤسسة كبرى، شاركتُ خلالها مع مؤسسات المجتمع المدني، والحكومات، وهيئات الأمم المتحدة، لكنني لم ألحظ شركة واحدة تقوم بواجبها نحو تحقيق أهداف الاستدامة. تتسم طبيعة هذه الأهداف بالتكامل، والتواصل عبر الأجيال، وتتطلب تحولات جذرية معقدة؛ ومن ثم، فإن مبدأ «عدم الإضرار» ـ كما تعبِّر عنه الجهود الحالية، لتحديد مسؤوليات الشركات، والمستمَدّ من معايير العمل العادلة، ومبادئ الوقاية، ومبادئ الأمم المتحدة الإرشادية بشأن الأعمال التجارية وحقوق الإنسان ـ لم يعد يفي بالغرض.

في الإطار ذاته، يتسم معظم قادة الشركات وأصحاب الأعمال الذين أعرفهم بالكفاءة على المستويين.. الشخصي والإداري، لكن القليل منهم فقط يمكن وصفه بالبطل الأخلاقي؛ حيث أكدوا لي جميعًا أن أهداف الأمم المتحدة الجديدة تتسم بالمثالية، وأنهم يتفقون معها من حيث المبدأ، لكنهم لا يستطيعون تنفيذها ـ في الفترة الحالية، على الأقل ـ وذلك لأسباب متعددة، تتمثل في كثرة اللوائح التنظيمية، والمنافسين الأجانب الذين يقدِّمون مميزات تتعلق بالتكلفة، والمساهمين، والمحللين الماليين الذين لن يقبلوا بتراجع الأرباح، ولو لمدة زمنية قصيرة.

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/qoPT4o

إذَن، يبقى هناك تساؤل: ماذا تمثل هذه التحولات بالنسبة إلى هؤلاء المديرين؟ إنهم يعلمون جيدًا أن جميع العملاء ـ بمن فيهم الذين يعلنون موافقتهم على الرؤية المستدامة ـ لن يتحملوا تكلفة تغيير الواقع البيئي والاجتماعي.

رغم ذلك.. يجب أن تتبنى الشركات المستدامة الحقيقية استراتيجيات تقليل الإشعاعات، واستخدام الطاقة الخضراء، والتحكم في استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة، كما يجب عليهم الاستثمار في المشروعات التي تقدِّم منتجات وخدمات أساسية في متناول أيدي الأسر ذات الدخل المنخفض، والتوقف عن بيع البضائع غير القابلة للتحلل الحيوي، وتقديم بدائل عنها، إضافة إلى أن عليهم توفير معايير بيئية واجتماعية واحدة في جميع مواقع الإنتاج الخاصة بهم.

لا شك أن هذه الإصلاحات تتطلب تكاليف مباشرة، كما أن عوائدها لن تكون سريعة. صحيح أن بعض رواد الاستدامة سينجحون في اغتنام الفرص، والحصول على مميزات «صاحب السبق». وعلى سبيل المثال.. كسبت شركات السيارات التي استثمرت في الحلول التي تجمع بين مزايا الكفاءة والحفاظ على البيئة عملاء يتمتعون بالوعي البيئي، إلا أن استثمارات الاستدامة ستثقل عاتق هذه الشركات بأعباء زيادة التكاليف، مع تراجُع المبيعات، وانخفاض الأرباح، على المدى القريب على الأقل.

> ينبغي تحويل القِيَم النظرية إلى **استراتيجيات** ومشروعات، وأدوات؛ لتطوير **المنتجات.**

لهذا.. يجب علينا النظر إلى هذه الإصلاحات باعتبارها ثمنًا ضروريًّا لتحقيق النزاهة، واستثمارًا في المصداقية، وقسط التأمين الذي ندفعه اليوم لتحقيق النجاح في المستقبل. وفي الوقت المناسب، سيتم تعويض هذه التكاليف بفتح أسواق جديدة، وخلْق حوافز أعمق لدى العاملين والعملاء على السواء، فضلًا عن المكاسب المتعلقة بالسمعة وذيوع الصيت. وفي الإطار ذاته، فإن هناك قِيَمًا ـ مثل الاستدامة البيئية، والاندماج الاجتماعي، وحقوق الإنسان، إلى جانب إجراءات النجاح الاقتصادي ـ يجب أن تخضع للتقييم عند اتخاذ القرارات. كما يجب إجراء بعض التعديلات على قواعد السلوك وتوجيهات الاستدامة الخاصة بالشركات، والإشارة إلى هذه المعايير في تقارير تقييم الأداء وقرارات منح المكافآت.

يجب أيضًا أن يَنْفذ فكر الاستدامة إلى جميع حلقات سلسلة القِيَم الخاصة بالشركة، ويبدأ ذلك بتحديد مصادر المواد الخام والخدمات، مرورًا بالنقل، وممارسات التوظيف، ورعاية البيئة في مرحلة الإنتاج، ووصولًا إلى التعبئة والتوزيع، واستخدام المنتجات والخدمات من قبل العملاء، والتخلص من المنتج، وإعادة الاستخدام، أو إعادة التدوير. كما يجب أن تخضع جميع الاستثمارات والأبحاث الجديدة وعمليات التطوير لآليات تقييم الاستدامة، بما يشبه الآلية التي تنص عليها «مبادئ الأمم المتحدة التوجيهية بشأن الأعمال التجارية وحقوق الإنسان».

في الإطار ذاته.. تحتاج وسائل الاتصال إلى إصلاح شامل؛ حيث لا يثق الرأي العام المستنير في «شعارات المسؤولية» التي ترفعها الشركات، ولا تتجلَّى إلا في بعض الصور لأطفال مبتسمين، أو لعمال مبتهجين. ويجب أن تتمتع وسائل الاتصال بالمصداقية، وأن تَعرِض التحول كعملية تعلُّم، يمكن أن يعتريها بعض الانتكاسات والعقبات، وسط ما تشهده من نجاح وتقدُّم.

تمثل المنافسة النزيهة شكلًا من أشكال إدارة المخاطر الذكية، مثلما يمثل السير عكس تيار الاهتمامات والمصالح المجتمعية العالمية سببًا جوهريًّا في انهيار سمعة الشركات، ومواجهتها للدعاوى القانونية، والعقوبات، والمزيد من اللوائح التنظيمية المعقدة؛ وهو ما أدركته مؤخرًا شركة "فولكس فاجن"، وبنوك كثيرة حول العالم. ■

كلاوس لايزنجر رئيس مؤسسة «تحالف القيم العالمية»، وأستاذ علم الاجتماع بجامعة بازل بسويسرا.
البريد الإلكتروني: Klaus.leisinger@globalvaluealliance.ch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث

ANDREA ARMSTRONG

فلنستخدم البيانات؛ لننهي وصمة عار المرض العقلي

يوضح **نيل سيمان** أن استطلاعات الإنترنت التي ترصد موقف الأشخاص من الأمراض العقلية تكشف حجم المشكلة، كما تقدِّم طريقة للعثور على حلول.

يَعتبِر المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية أن وصمة العار المتصلة بالأمراض العقلية هي من أكثر عناصر المرض النفسي، التي تؤثر على المرضى بشكل سلبي. والسبب واضح.. حيث تزيد الوصمة من شعور المريض بالكرب والعار، مما يؤدي إلى تجنُّبه أسباب العلاج، وعُزْلته الاجتماعية؛ وبالتالي تدهور صحته. فما هو الشكل الذي تتخذه هذه الوصمة؟ وهل تقلّ في حالة بعض الأمراض، مثل الاكتئاب، كما تدّعي مقالات منشورة في وسائل الإعلام؟ وكيف يمكننا محاربتها؟ هذه مجموعة من الأسئلة التي لا نعرف لها إجابة، وذلك لعدة أسباب، من بينها أنها لا تُطرَح للنِّقاش بشكل كافٍ، فاستطلاعات الرأي باهظة التكاليف، والتمويل محدود، خصوصًا المتعلِّق بإجراء بحوث حول الأمراض العقلية.

كانت استطلاعات الرأي تُجرى في الماضي يدويًّا، حيث كان المسؤول عنها يحمل أوراقه، ويتوجَّه بأسئلته للمشترين في المراكز التجارية المختلفة. وقد مَهَّدَت هذه المرحلة الطريقَ للانتقال إلى عصر استطلاعات الرأي عبر الهاتف، حيث انتشرت بشكل كبير، أمّا اليوم، فتقدِّم شبكة الإنترنت طرقًا متنوعة ـ أكثر من أي وقت مضى ـ لجَمْع بيانات لاستطلاعات الرأي. ومنذ بضع سنوات، طَورتُ طريقة لتوجيه الأسئلة بطريقة فعالة وعالمية التطبيق، وتُدعى هذه الطريقة "تقنية اعتراض المجال العشوائي"، وتَعتمِد على أشخاص ـ مثلك ـ يرتكبون أخطاء أثناء تصفُّحهم لشبكة الإنترنت. فعندما يخطئ الشخص في كتابة عناوين المواقع الإلكترونية URL، أو يَستخدم الروابط التالفة التي لا تعمل؛ ينطلق الاستطلاع، ويدعو المستخدِم للمشاركة.

وعلى عكس استطلاعات الرأي، التي يتلقَّى الناس أموالًا أو مكافآت لاستكمالها، لا تسمح هذه الطريقة بوجود استطلاعات طويلة، يمكن تقسيمها إلى استطلاعات أقصر، تطرح أسئلة موجزة ـ عادةً ما يتراوح عددها بين 8 أسئلة، و15 سؤالًا ـ لتجيب عليها أعدادٌ كبيرة من مستخدمي الإنترنت مجهولي الهوية بشكل طوعي، بلا حوافز، حيث يتم اختيارهم بشكل عشوائي، وهذا يعني الوصول إلى كل مكان في العالم تقريبًا.

ومنذ سبتمبر 2013، حتى مايو الماضي، عَمَدْنا إلى استخدام هذه التقنية؛ لطرح أسئلة بسيطة عن الأمراض العقلية، ووصمة العار المرتبطة بها. وأجاب عليها أكثر من مليون شخص من 229 إقليمًا، قَدَّمَتْ إجاباتهم صورة مُصغَّرة، فريدة، ومعاصرة للكيفية التي يرى بها العالم ربع تعداده، وهي النسبة المقدَّر لها أن تصاب بمرض عقلي (N. Seeman *et al*. *J. Affect. Disord*. **190**, 115–121; 2016).

طَلَب الاستطلاع تسجيل العمر، والنوع، ثم طرح سؤالين محدَّدين. السؤال الأول: هل هناك شخص تتفاعل معه يوميًّا يعاني من مرض عقلي؟ (يُمكن أن يشمل هذا مرض الذهان، أو الاكتئاب، أو الإدمان). والسؤال الثاني: هل ينطبق أيٌّ مما يلي على مَن يعانون من الأمراض العقلية: الميل إلى أن يكونوا أكثر كسلًا، أو أكثر ميلًا للعنف، أو يعانون من حالة مرضية بالقَدْر نفسه لخطورة الأمراض الجسدية، أو ضحايا سوء معاملة الآباء، أو يُمكنهم التغلب على ما يواجهونه من تحديات، عن طريق معاملتهم بقسوة بدافع الحب، مِن أجل مصلحتهم؟

في الدول المتقدمة، بلغت نسبة المشاركين الذين يعتقدون أن مَن يعانون من الأمراض العقلية أكثر ميلًا للعنف من عموم السكان 7% فحسب. وعلى النقيض.. بلغت نسبة الذين يعتقدون أن مَن يعانون من الأمراض العقلية أكثر ميلًا للعنف في الدول النامية 15%، وهو اختلاف يسترعي الانتباه. وعلى الرغم من أن نسبة 45% - 51% من المشاركين من الدول المتقدمة اعتقدوا أن الأمراض العقلية تشبه الأمراض الجسدية، إلا أن 7% منهم فحسب رأوا أنه يمكن التغلب على المرض العقلي؛ إذ يبدو أن إدراك وجود سبب بيولوجي للمرض العقلي زاد من تشاؤم الناس فيما يتعلق بالنتيجة، ولم يقلل منه. وهذه النقطة ـ التي تمت الإشارة إليها من قبل ـ تبدو للوهلة الأولى مخالفة للحدس السليم؛ فعندما يُعزى المرض إلى الجينات، فلا ذنب على المريض، لكن في الوقت نفسه يترسخ شعور باليأس تجاه استحالة إصلاح الوضع.

وعلى الرغم من أن هوية كل مشارك في الاستطلاع كانت مجهولة، يظل إجمالي تكرار الإجابات من أي منطقة واحدة عاليًا. فعندما طُرِحت الأسئلة نفسها كل شهر في الهند لمدة 21 شهرًا على التوالي، أجاب 10% من المشاركين كل مرة بأن مَن يعانون من الأمراض العقلية أكثر ميلًا للعنف من الآخرين.

> ساعد عدم الكشف عن **الهوية** في استطلاع الرأي على **اتساق الإجابات.**

وعلى الرغم من أن الأمراض العقلية عادةً ما تُعامَل على أنها من القضايا المحظور مناقشتها، ساعد عدم الكشف عن الهوية في استطلاع الرأي على اتساق الإجابات. فعلى سبيل المثال.. في الصين، عادةً ما يُعتبر مَن يعانون من الأمراض العقلية جالبي العار لعائلاتهم. وهذه الوصمة المرتبطة بالمرض العقلي في الصين وكثير من الدول النامية تتجاوز الشخص المريض، لتشمل أفراد عائلته أيضًا. لذا.. في هذا السياق، من المنطقي أن يتم التحفظ على مَن يعانون من مرض عقلي داخل المنزل. وقد يفسِّر هذا النسبة المرتفعة من الصينيين الذين أشاروا إلى أنهم يتعاملون يوميًّا مع مريض عقليًا.

ويُمكن للنهج الذي أصفه أن يكشِف آراء الناس الذين يعيشون في المناطق المتصلة بالإنترنت في أي موضوع، وهذه المناطق تمثل 43% من مساحة الكوكب في الوقت الحالي. كما يمكن لهذا النهج أن يسمح بإجراء استطلاعات رأي "قبل، وبعد"؛ للكشف عن فعالية التدخلات التي تشمل قطاعات عريضة من السكان. فعلى سبيل المثال.. سيكون من المفيد جدًّا إعادة استطلاع الرأي السابق ـ المتعلِّق بوصمة العار ـ في منطقة تمت فيها إقامة حملة لمكافحة وصمة العار في مؤسسات التعليم الحكومي. ولا تقتصر هذه الأداة على رصد وصمة العار فحسب، حيث إنه في مجال الصحة العقلية ـ على سبيل المثال ـ يمكن استطلاع الأفكار الانتحارية، وتقييم التدخلات التي تتم لمنع الانتحار. كما يمكن استطلاع أعراض اضطرابات ما بعد الصدمة في أعقاب الكوارث ـ مثل اندلاع إعصار، أو عقب الهجمات الإرهابية في باريس ـ واختبار طرق تخفيف هذه الصدمات.

إن قياس أبعاد مشكلة اجتماعية كبيرة بحجم وصمة المرض العقلي لا يقضي عليها، لكنه ـ على الأقل ـ يرينا حجم التحدي الذي نحن بصدده، ويساعدنا بقَدْر كبير في العثور على حلول؛ لتَخَطِّيه. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/vKdpeP

نيل سيمان الرئيس التنفيذي لشركة "RIWI"، وزميل أول بكلية "ماسي كوليدج" بجامعة تورنتو في مدينة تورنتو بكندا.
البريد الإلكتروني: neil@riwi.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جيولوجيا

ازدياد خطر زلازل البحر المتوسط

تهدِّد الزلازل شرق البحر المتوسط أكثر مما كان يَعتقِد العلماء. فقد حلل فريق بحثي بقيادة فاسيليكي موسلوبولو ـ بمركز البحوث الألمانية للعلوم الجيولوجية GFZ في بوتسدام ـ وأرَّخ بالكربون الشواطئ القديمة في جزيرة كريت؛ لتقدير أوقات الزلازل، ومدى سرعة دَفْعها للجزيرة إلى الأعلى على مدى الـ50 ألف سنة الماضية. وخلص الباحثون إلى أن 40 زلزالًا على الأقل، قوتها 8 درجات أو أكبر، قد رفعت الأرض إلى مستواها الحالي.

حدثت الزلازل في حشود، تفصلها فترات أكثر هدوء. ويمكن أن يكون شرق البحر المتوسط بكامله عرضة لخطر زلازل كبرى مستقبلية ـ وكذلك موجات التسونامي الناتجة عنها ـ أكبر مما اعتُقد سابقًا.

***Geophys. Res. Lett.* http://doi.org/9q3 (2015)**

تقنية حيوية نباتية

تقنية "كريسبر" تقصّ جينات محاصيل

استُخدمت تقنية تحرير الجينوم "كريسبر-كاس9" في تغيير التركيبة الجينية لنباتات محصولين، هما: الشعير (*Hordeum vulgare*؛ **في الصورة**)، و*Brassica oleracea*، وهو نوع يتضمن القرنبيط والكرنب.

تتيح تقنية "كريسبر-كاس9" للباحثين هندسة طفرات بسهولة في الجينوم، وجرى اختبارها في بعض المحاصيل، بما في ذلك الأرز، والقمح. واستخدم كريستوبال أواي ووندي هاروود ـ من مركز جون إينيس في كولني، المملكة المتحدة ـ هذه التقنية في الشعير، وفي نوع من نبات الكرنب؛ لإقصاء وظيفة جينات معنية بترميز هرمونات نباتية محددة، تشارك في النمو وتطور البذور. وتُعتبر كل منها صفة زراعية مهمة.

أنتج الفريق طفرات وراثية قابلة للتوريث، ولم تحتو النباتات المعدّلة على أي جينات غريبة. ومع ذلك.. فقد أدخلت تقنية التحرير الجيني في بعض الأحيان تغييرات جينية بعيدة عن الهدف، وغير مرغوب فيها.

***Genome Biol.* 16, 258 (2015)**



HAGEN ZAPF/IMAGEBROKER/CORBIS

P. SUTTER/CORBIS

علم الحيوان

حَبّار يَستخدِم التمويه الكهربائي

عندما يتوقف الحَبّار عن الحركة عند اقتراب أعدائه، يخفِّض حقل الكهربية الحيوية المحيط به، الذي يمكن للحيوانات المفترسة اكتشافه.

فقد عرضت كريستين بيدور وزملاؤها ـ بجامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولينا ـ مقاطع فيديو لحيوانات مفترسة، من بينها سمك قرش، تقترب من الحبار *Sepia officinalis* (في الصورة) في خزانات المختبر، وحللوا سلوكه، والحقول الكهربائية المنبعثة منه. توقفت حركة غالبية حيوانات الحبار عندما رأت الحيوان المفترس، وبسطت أجسامها تجاه جدار الخزان، وحَدَّت من معدل تنفُّسها، وأغلقت فتحاتها. خفَّضت هذه السلوكيات من مجالاتها الكهربية الحيوية المتولدة عن التبادل الأيوني بين هياكل الجهاز التنفسي، ومياه البحر.

كان سمك القرش الأسير الذي عُرض عليه تيارات كهربائية تحاكي كلًّا من الحبار الثابت، والمستريح أكثر ميلًا إلى أن يهاجم في المجالات الأقوى، التي تمثل كائنات مستريحة. وهذا يشير إلى أن استجابة الثبات تقلل من "الوضوح" الكهربائي للحبار.

***Proc. R. Soc. B* 282, 20151886 (2015)**

الفيزياء الفلكية

دفعة كونية تُظْهِر مجرّة خافتة

لَمَحَ فلكيون الجرم الأكثر خفوتًا على الإطلاق في الكون المبكر. فقد استخدم ليوبولدو إنفانتي وزملاؤه ـ بالجامعة البابوية الكاثوليكية في شيلي، سانتياجو ـ تلسكوبَي الفضاء "هابل"، و"سبيتزر"، التابِعَين لوكالة "ناسا"؛ لدراسة الأجرام البعيدة. راقب الباحثون أجزاء من السماء من خلال حشد كثيف من المجرّات، يَحْنِي الضوء الوارد، ويضخِّمه، واكتشفوا 22 مجرّة خافتة. رصدت المجرّة الأقدم كما كانت منذ 13.4 مليار سنة، أي بعد حوالي 400 مليون سنة من الانفجار الأعظم.

أُطلق على المجرّة الخافتة الصغيرة اسم "تاينا"، ويعني "المولود البكر" بلغة أمريكا الجنوبية الأصلية؛ الأيمارا. وقد تكون المجرّة أكثر تمثيلًا للمجرّات الأولى من غيرها من المجرّات البعيدة الأكثر سطوعًا، وفقًا للباحثين.

***Astrophys. J.* 815, 18 (2015)**

فيزياء الليزر

ليزر يحفِّز الأشعة السينية بكفاءة

يُصْدِر قَصْف سُحُب من غاز نبيل بليزر الأشعة فوق البنفسجية المكثف نبضات أشعة سينية، قد تكون مفيدة لتطبيقات التصوير.

تنبعث من الذرات المفردة عندما يضربها ليزر الأشعة فوق البنفسجية أشعة سينية ساطعة، لكن للحصول

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على الأشعة السينية هذه من سحابة من ذرات، هناك حاجة إلى ليزر له طول موجي أطول. ولتحقيق أقصى قدر من شدة الأشعة السينية المنبعثة، وجد تنيو بوبمينتشيف وزملاؤه ـ بجامعة كولورادو بولدر ـ أطوالًا موجية للأشعة فوق البنفسجية تثير انبعاثات قوية على نطاق واسع من الترددات من ذرات مفردة، أو أيونات وسُحُب من هذه الجسيمات. ومن خلال اختيار لون الليزر، وتشكيل دليل للضوء بعناية، أنشأ الباحثون نبضات أشعة سينية مكثفة، طولها 100 أتوثانية (الأتوثانية الواحدة تساوي 1×10^{-18} ثانية).

وأفاد الباحثون بأن التقنية تنتج ضوءًا، قد يكون قويًّا بما فيه الكفاية؛ لسَبْر تفاصيل حركة الإلكترون.

Science **350, 1225–1231 (2015)**

جيوفيزياء

ارتفاع مستوى البحار يغيّر دوران الأرض

أكَّد باحثون أن ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب ذوبان الأنهار الجليدية يبطئ من دوران الأرض. فعندما يذوب الجليد، فإنه يعيد توزيع الكتلة عبر سطح الكوكب، مما يغيِّر قليلًا معدَّل دوران الأرض. وثمة دراسة صدرت في عام 2002، لم تتمكن من تفسير التغيرات الدورانية الملحوظة على أساس فرضيّاتها بشأن ارتفاع مستويات البحار. وحاليًّا، يوضح جيري ميتروفيكا وزملاؤه ـ بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس ـ أنهم فسّروا الأمر. فقد استخدموا أرقامًا محدثة للزيادة العالمية في مستوى سطح البحر، وهي أقل من تلك المفترَضة في دراسة عام 2002، وأعادوا حساب كيفية إزاحة الأقطاب الجغرافية على مدى السنوات الـ3,000 الماضية.

يحسّن العمل طريقة فهم العلماء لكيفية تغيّر دوران الأرض في الماضي، وكيف يمكن لارتفاع مستوى سطح البحر أن يواصل تغييره في المستقبل.

Sci. Adv. **1, e1500679 (2015)**

الأمراض المعدية

فيروس ناشئ يتطور في الإبل

يؤوي ما يقرب من خُمْس الإبل في المملكة العربية السعودية فيروسًا يصيب الجهاز التنفسي، ظهر في عام 2012 في البشر.

أصاب الفيروس التاجي المسبِّب لمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية (MERS-CoV) أكثر من 1,600 شخص في 26 بلدًا، مما أسفر عن مقتل 584 شخصًا. وعلى أساس أدلة سابقة أشارت إلى أن الإبل تحمل الفيروس، بحث فريق بقيادة هواتشن تشو وبي جوان ـ بجامعة هونج كونج، فرع شنتشن في الصين ـ عن الفيروس التاجي، والفيروسات ذات الصلة في 1,309 جِمال عربية في المملكة العربية السعودية. وأثبتت الفحوص وجود المادة الوراثية للفيروس التاجي البشري في واحد من كل أربعة جِمال، وحمل ما يقرب من 20% منها سلالة الفيروس التاجي. كانت هناك حيوانات قد حملت السلالة التي تسببت في تفشِّي المرض في كوريا الجنوبية هذا العام. وأشارت فحوص تسلسل الجينوم الإضافية أن هذه السلالة ظهرت في الإبل بين ديسمبر 2013، ويونيو 2014، بعد تأشُّب فيروسين.

ويُعدّ منع انتقال العدوى من الإبل إلى البشر هو أفضل وسيلة للحدّ من خطر الفيروس، وفقًا لرأي الباحثين.

Science **http://dx.doi.org/10.1126/science.aac8608 (2015)**

علم الجينوم

طفرات غائبة في جينومات السرطان

كشفت مقارنة بين تسلسلات جينوم السرطان التي أنتجها 18 فريقًا بحثيًّا مختلفًا عن تعرُّف المجموعات البحثية على أقل مِن نصف الطفرات المرتبطة بالسرطان. ويشير هذا إلى أن الفوارق في الإجراءات والتحليلات التجريبية قد تحِدّ من دقة طريقة تعيين تسلسل جينوم السرطان، التي تُستخدم بشكل متزايد في العيادات.

بَحَثَ إيفو جت ـ من المركز الوطني للتحليل الجينومي في برشلونة في إسبانيا ـ مع باحثين من الاتحاد الدولي لجينوم السرطان عن الاختلافات الوراثية في أنسجة سرطانية وسليمة من الشخص نفسه. وقارن الباحثون هذه النتائج بعد ذلك بنتيجة قياسية استخدمت عشرة أضعاف بيانات التسلسل المعتادة. ووُجد أنّ مِن بين أكثر من 1,200 طفرة في حرف واحد، تعرّفت الثماني عشرة فرقة كلها على 40% منها فقط.

يقول الباحثون إنه يمكن تطوير خطوات إعداد الحمض النووي والعوامل الأخرى بسهولة؛ لتحسين دقة عملية تعيين التسلسل.

Nature Commun. **6, 10001 (2015)**

اختيار المجتمع

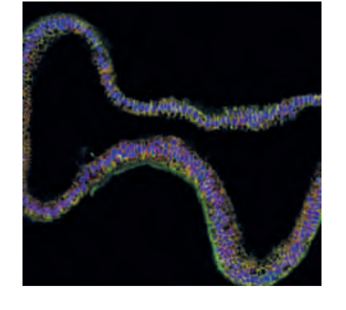
الأبحاث الأكثر قراءةً على مواقع التواصل الاجتماعي

أكثر الأبحاث ظهورًا في تغريدات 2015

غَطَّت أهم الأبحاث في عام 2015 موضوعات تتراوح من مخاطر الإصابة بالسرطان إلى قابلية تكرار النتائج في العلوم، ووفقًا لشركة "ألتميتريك" Altmetric ـ ومقرها لندن ـ فإنها تتابع الاهتمام الإعلامي الذي تحظى به المنشورات الأكاديمية. وفي بحث يحتل المرتبة التاسعة في قائمة "ألتميتريك" السنوية لأفضل 100 بحث، طوَّر ليون جاتيس وزملاؤه ـ بجامعة توبنجن، ألمانيا ـ خوارزمية تَستخرِج محتوى صورة، وتدمجه بنمط صورة أخرى، وتحوِّل الصورة إلى شكل تقريبي لإحدى لوحات الرسام فنسنت فان جوخ، على سبيل المثال. وكَتَب مؤلفو البحث أن الخوارزمية قد تساعد على اكتشاف كيف يبدع البشر، ويتصورون الفن. وقد جعل الباحثون النموذج متاحًا للجمهور، مما أوحى لآخرين ـ مثل كاي شنج تاي، عالِم البيانات في شركة "ميتامايند" MetaMind في بالو ألتو، كاليفورنيا ـ بإنشاء نُسَخ خاصة بهم من البرنامج.

http://arxiv.org/abs/1508.06576 (2015)

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/1r8hkj



علم الأحياء التطوري

قناتا فالوب مصغَّرتان في طبق

تحتوي قناتا فالوب في البشر على خلايا جذعية بالغة، يمكنها ـ عندما تُزرع في المختبر ـ أن تشكّل هياكل مصغرة ثلاثية الأبعاد، تشبه قناتي فالوب (**في الصورة**).

فقد عَزَل توماس ماير وزملاؤه ـ بمعهد ماكس بلانك لبيولوجيا العدوى في برلين ـ خلايا من عيِّنات قناة فالوب البشرية، وزرعوها في مزارع ثلاثية الأبعاد. وبعد أسبوعين، رأى الباحثون "أعضاء ناشئة" ناضجة، يحتوي نسيجها على طيّات، وهياكل تشبه الشعر، تُدعى "أهدابًا"، وخلايا إفرازية، وجميعها من سمات قناة فالوب. ظلت الأعضاء الناشئة مستقرة لأكثر من 16 شهرًا، وحساسة لهرموني أستراديول، وبروجسترون.

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام الأعضاء الناشئة لدراسة أمراض القنوات، وأنواع معينة من سرطان المبيض، التي يُعتقد أنها تنشأ في قناتي فالوب.

Nature Commun. **http://doi.org/9wr (2015)**

فيزياء

تأخير طويل لانحلال إلكترون

أسفرت تجربة أُجريت تحت سطح الأرض عن أقوى دليل حتى الآن على استقرار الإلكترونات، من خلال إظهار أنها تبقى لمدة لا تقل عن 66 مليار مليار مليار سنة، قبل التحلل إلى فوتونات ونيوترونات.

يبحث كاشف بوريكسينو ـ الذي يقع تحت الأرض في المختبر الوطني جران ساسو في وسط إيطاليا ـ بشكل أساسي عن النيوترونات. وتُعَدّ نتيجة استقرار الإلكترون التي حققها أطول بحوالي 100 مرة من الحدود السابقة، وتم الحصول عليها بفضل النشاط الإشعاعي الطبيعي المنخفض للغاية من 300 طن من الزيت المعدني عالي النقاء في قلب الكاشف، وفقًا لما ذكره ماورو بالافيسيني وزملاؤه من جامعة جنوة، إيطاليا.

ولأن انحلال الإلكترونات سالبة الشحنة إلى جسيمات محايدة يبدو الآن أقل احتمالًا من ذي قبل، تؤكد النتائج أيضًا القانون الأساسي الذي ينص على الحفاظ على مجموع الشحنة الكهربائية. ومع ذلك.. يقول الباحثون إنه لا يزال من الممكن أن تتحلل الإلكترونات ـ من حيث المبدأ ـ إلى بعض الجزيئات الأخرى غير المعروفة.

Phys. Rev. Lett. **115, 231802 (2015)**

سياسات

مباحثات تحرير الجينات

جاء في تصريح لمؤتمر عالمي حول تحرير الجينوم في الثالث من ديسمبر الماضي أنه لا ينبغي استخدام تكنولوجيات تحرير الجينات لإجراء تعديلات على الأجنة البشرية التي ستُستخدم؛ لكي تؤدي إلى حدوث حمل. نادت "القمة العالمية حول تحرير الجينات البشرية" ـ في اللقاء الذي استغرق ثلاثة أيام بالأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم في واشنطن دي سي ـ بالتطوير الحَذِر لتطبيقات تحرير الجينات، التي لا يمكن أن تنتقل إلى الذُّرِّيَّة، مثل تصحيح الطفرات التي تسبِّب مرض فقر الدم المنجلي، أو تعديل الخلايا المناعية لاستهداف مرض السرطان.

التنقيب في البيانات

أكَّدت المفوضية الأوروبية ـ في التاسع من ديسمبر الماضي ـ على رغبتها في طرح قانون؛ لاستثناء أنواع معينة من عمليات التنقيب في النصوص والبيانات من قوانين حقوق الطبع. وكجزء من عملية إصلاح أوسع، سيُسمَح للمنظمات البحثية المعنيّة بالصالح العام بالتنقيب في النصوص والبيانات في داخل المقالات لأغراض بحثية، دون الاضطرار للحصول على إذن من مالك حقوق الطبع. ولطالما طالَب الباحثون بإجراء تغييرات، لشعورهم بالقلق إزاء القيود القانونية المفروضة على التنقيب في البيانات.

حماية الأُسُود

أعلنت "المؤسسة الأمريكية للسمك والحياة البرية" ـ في الواحد والعشرين من ديسمبر الماضي ـ أن الأُسُود في أفريقيا والهند ستتلقى الحماية، وفقًا لقانون حماية الأنواع المهدَّدة الأمريكي. وسيتم إدراج الأُسُود في الهند وغرب ووسط أفريقيا ضمن الأنواع المهدَّدة بالانقراض، بينما ستُصَنَّف الأُسُود في جنوب وشرق أفريقيا كأنواع معرضة للانقراض. وبناء على هذا التوصيف، فلن يُسمح للصيادين الأمريكيين بجلب بقايا تذكارية للأُسُود إلى الولايات المتحدة في أغلب الحالات. تأتي هذه الخطوة بعد خمس سنوات من دعوة العديد من المجموعات المعنية بحماية الأنواع الحكومة الأمريكية إلى اعتبار الأُسُود الأفريقية مهدَّدة بالانقراض.



GALAPAGOS NATL PARK

جورج الوحيد.. لم يكن وحيدًا

يحاول متنزّه جالاباجوس الوطني GNP استعادة سلالتين من السلحفاة العملاقة المنقرضة، إحداهما فصيلة "بينتا"، التي انقرضت مع نفوق السلحفاة جورج في عام 2012. ومن المعروف أن سلاحف كثيرة تعيش على جبل بركان وولف فوق جزيرة إيزابيلا مهجَّنة، وذات أصول مخلطة. وفي الرابع من ديسمبر الماضي، أعلن منتزه جالاباجوس أن حرّاسه أحضروا 32 سلحفاة من هذه السلاحف، ووضعوها في الأَسْر لدى المتنزه (في الصورة). ولُوحظ أنّ اثنين من هذه السلاحف، ذكر وأنثى، ليسا على قرابة شديدة بجورج، ولكنهما تشتركان مع فصيلته في بعض الجينات. كما تُعتبر خَمْس من السلاحف التي تم إحضارها ذُرِّيَّة مهجَّنة، تنتمي إلى فصيل "فلورينا"، الذي اختفى في القرن التاسع عشر. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/tqsidx.

أحداث

إنذار بتلوث الهواء

أصدرت بكين في السابع من ديسمبر الماضي إنذارها الأحمر الأول، الخاص بتلوث الهواء، تحت نظام وُضع في عام 2013. وهذا الإنذار الأحمر، الخاص بالتلوث الشديد ـ الذي تُوُقِّع أن يستمر لثلاثة أيام أو أكثر ـ كان من المخطط تفعيله حتى منتصف ليل العاشر من ديسمبر الماضي. فقد أغلقت مصانع ومواقع إنشائية أبوابها، وتم توجيه المدارس لغَلْق أبوابها. وعندما تم تفعيل الإنذار الأحمر، كان أحد مقاييس جودة الهواء ـ وهو مستوى المادة الجسيمية ذات القُطر الأقل من 2.5 ميكرومتر ـ قد بلغ تقريبا 300 ميكروجرام للمتر المكعب. تقول منظمة الصحة العالمية إن المستويات التي تفوق 25 ميكروجرامًا يمكن أن تؤثر على الصحة.

اتفاقية دعم البيانات

أطلقت أربع مجموعات علمية دولية ضاغطة اتفاقية مشتركة، تدعم البيانات المفتوحة، كأداة لتحقيق قدر أكبر من العدالة في العلم. تحاول المبادرة ـ التي أُعلن عنها في التاسع من ديسمبر الماضي في بريتوريا، خلال منتدى جنوب أفريقيا العلمي ـ أن تيسر سبل مشاركة الدول النامية في الأبحاث على المستوى العالمي. كما أنها تُعتبر المحاولة الأولى لتوحيد الجهود المتناثرة للهيئات الأربع، التي تمثل مجالات وأقاليم عالمية مختلفة، وهي: المجلس الدولي للعلوم، ومشاركة "إنتر أكاديمي"، والمجلس الدولي للعلوم الاجتماعية، والأكاديمية الدولية للعلوم.

نجاح فضائي

نفَّذت شركة الفضاء "سبيس إكس" ـ الواقعة في كاليفورنيا ـ للمرة الأولى هبوطًا آمِنًا لمعزِّز صاروخ، بعد استخدامه في دفع حمولة إلى المدار. تضمنت المرحلة الثانية لمركبة "فالكون 9" ـ التي انطلقت في الواحد والعشرين من ديسمبر الماضي من قاعدة كيب كانافيرال بولاية فلوريدا ـ نشر أحد عشر قمرًا صناعيًّا في المدار، بينما عادت المرحلة الأولى للمركبة إلى الأرض في موقع الهبوط، الذي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يقع على بعد 10 كيلومترات جنوبي الساحل، باستخدام معزِّزاتها لتخفيف سرعتها أثناء الهبوط. هذا.. وقد نفَّذت الشركة محاولتين سابقتين في أول العام الماضي لاستعادة معزِّزات صاروخ، إلا أنها تحطمت.

BRITISH ANTARCTIC SURVEY/SPL

إضافة عناصر بالجدول

أُضيفت رسميًّا أربعة عناصر جديدة للجدول الدوري؛ ليكتمل بذلك الصف السابع بالجدول. فقد أعلن الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية في مركز "ريسيرش ترايانجل بارك" البحثي في نورث كارولاينا في الثلاثين من ديسمبر الماضي أن الأدلة الداعمة لاكتشاف العناصر 113، و115، و117، و118 التي قدمتها المعامل في روسيا والولايات المتحدة واليابان صحيحة. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com.vgug27.

غينيا خالية من الإيبولا

أعلنت منظمة الصحة العالمية ـ في التاسع والعشرين من ديسمبر الماضي ـ عن توقف انتشار فيروس الإيبولا في غينيا. جاء الإعلان بعد مرور 42 يومًا على النتائج السلبية للاختبار الذي أُجري للمرة الثانية على آخِر مريض بالإيبولا في غينيا، وهو طفل حديث الولادة. هذا.. وسيراقب المسؤولون بالصحة ـ عن كثب الآن ـ وقوع حالات إصابة أخرى بالمرض المميت، حيث أصيبت ثلاث حالات دفعة واحدة في ليبيريا في نوفمبر الماضي، بعد شهور من إعلان المنظمة عن توقف انتقال عدوى الإيبولا هناك.



منشآت

نَقْل محطة بحثية

بدأت هيئة المسح البريطاني للقطب الجنوبي في التخطيط لعملية نقل محطة الأبحاث الخاصة بها، هالي السادسة Halley VI (**في الصورة**)، التي تواجه تهديدًا بوجود تصدُّع في الجليد على بعد سبعة كيلومترات؛ مما قد يؤدي إلى انفصالها عن باقي الرصيف الثلجي. تتكون المحطة من ثماني أرجل مستقرة على مزلاجات على رصيف برانت الجليدي، الذي يصل سُمْكه إلى 150 مترًا. وبالرغم من أن المحطة مصمَّمة بحيث تكون قابلة للنقل من مكان إلى آخر، إلا أن هذا الانتقال سيكون الأول للمحطة منذ دخولها الخدمة في عام 2012، ومبكرًا عما كان متوقعًا. يُذكَر أنه أثناء شتاء القطب الجنوبي في يوليو عام 2014، انقطعت الطاقة مؤقتًا عن القاعدة، عندما انخفضت درجات الحرارة في الخارج إلى خمسة وخمسين درجة تحت الصفر. ومن المتوقع إتمام عملية النقل في موسم الأبحاث لعام 2016 – 2017.

وَقْف القاعدة القمرية

ذكرت تقارير صدرت في التاسع والعشرين من ديسمبر الماضي أن روسيا أجَّلت خططها الهادفة إلى إنشاء قاعدة قمرية. تقول صحيفة "إيزفيستيا" الروسية إن المسودة المُراجَعة لبرنامج طوَّرته وكالة الفضاء "روسكوزموس"، التابعة للبلاد ـ الذي يمتد حتى عام 2025 ـ لم تعد تحتوي على خطط لإنشاء قاعدة على القمر، وهو الهدف المقترَح منذ فترة طويلة. كما أضافت الصحيفة أن الوكالة تقترح خفض الميزانية المخصصة للمهمات البشرية إلى القمر بنسبة 20%، أي 88.5 مليار روبل (1.2 مليار دولار أمريكي). وأخبرت "روسكوزموس" وكالة الأنباء العالمية "رويترز" أنها كانت تعيد النظر في حجم البرنامج، ولكنها رفضت التعليق على الأرقام.

أعمال

دراسة الذكاء الصناعي

شكَّلت مجموعة من الأفراد والشركات في "وادي السيليكون" في كاليفورنيا شركة غير هادفة إلى الربح؛ لدراسة الذكاء الصناعي "AI"، الذي سيفيد البشرية كلها على الأرجح. جمعت شركة "أوبن إيه آي" OpenAI مليار دولار أمريكي، وسيشارك في رئاستها إلون ماسك، الرئيس التنفيذي لشركة السيارات الكهربائية "تيسلا موتورز" وشركة الطيران الفضائي الخاصة "سبيس إكس". وقد سبق أنْ شدَّد ماسك على توخِّي الحذر عندما يتعلق الأمر بالذكاء الصناعي، وحذَّر من أنه قد يصبح "أكثر خطورة من الأسلحة النووية".

دواء فيروسي تجريبي

اعتمدت المفوضية الأوروبية ـ في السابع عشر من ديسمبر الماضي ـ فيروسًا تجريبيًّا واعدًا مقاومًا للسرطان، يُسمى "تاليموجين لاهيرباريبفيك" talimogene laherparepvec لعلاج الورم الميلانيني المتقدم. وهذا الفيروس ـ وهو نسخة محورة من فيروس الهربس الحي، ومن إنتاج شركة التكنولوجيا الحيوية العملاقة "آمجين"، الواقعة في ثاوسند أوكس في كاليفورنيا ـ يدمر الخلايا السرطانية مباشرة، وفي الوقت ذاته يحفز الاستجابة المناعية. وقد اعتمدت "إدارة الغذاء والدواء الأمريكية" الدواء ـ وهو الأول من نوعه الذي يصل إلى الأسواق ـ في السابع والعشرين من أكتوبر الماضي. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/wllyee.

دَفْعَة للتكنولوجيا

أطلقت الهند استراتيجية لتطوير التكنولوجيا الحيوية في الفترة بين عامي 2015، و2020، تهدف إلى زيادة معدَّل حركة رأس المال المخصص لهذا المجال من 7 مليار إلى 100 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2025. وأعلن وزير الصناعة والتكنولوجيا هارش فاردان ـ في الثلاثين من ديسمبر الماضي ـ أن دولة الهند ستستثمر في جيل جديد من منتجات التكنولوجيا الحيوية، وستنشئ بِنْيَة تحتية للأبحاث والتطوير والطرح التجاري، وستهيئ الدولة نفسها لتكون مركزًا رئيسًا للصناعات البيولوجية. تتضمن الخطط إنشاء شبكة حاضنات للتكنولوجيا البيولوجية، ومراكز لتطوير التكنولوجيا، و150 منظمة لنقل التكنولوجيا.

مراقبة الاتجاهات

ينتج علماء الفيزياء النظرية كميات كبيرة من الأوراق البحثية، وبشكل سريع، في ظل التهافت على تحليل الإشارات المثيرة للجسيم الجديد "بوزون" من البيانات المجمَّعة من مصادم الهدرونات الكبير "LHC". وقد أثارت نتائج التجارب المعلن عنها في الخامس عشر من ديسمبر في مختبر "سيرن" ـ الذي يضم مصادم الهدرونات الكبير، بالقرب من جنيف في سويسرا ـ إنتاج سيل من الأوراق البحثية التي نُشرت على خادم arXiv الخاص بمسودات الأوراق البحثية، فقد نُشِرت 150 ورقة بحثية حتى مثول دورية *Nature* الدولية للطبع، على الرغم من انخفاض الدلالة الإحصائية للنتائج. وللاطلاع على المزيد.. go.nature.com/eqmchr

SOURCE: PAUL GINSPARG/ARXIV

إشارات البوزون الجديد تنتج سيلًا من الأوراق البحثية

خلال 21 يومًا فقط، نشر علماء الفيزياء 150 ورقة بحثية على خادم arXiv، تتعلق بنتائج مثيرة من مصادم الهدرونات الكبير.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبــار في دائرة الضـوء

الأحياء المجهرية تعرض الآجار للخطر بسبب انخفاض نِتاج الطحالب البحرية **ص. 20**

أبحاث عام 2016 تُشَكِّله بعثات فضائية، وامتصاص CO_2، وموجات الجاذبية **ص. 21**

علم الفلك بعد 5 سنوات من محاولة فاشلة للدخول إلى مدار الزهرة، تصل «أكاتسوكي» أخيرًا إلى وجهتها **ص. 23**





365 يومًا عشر قصص تشكل أهم الأحداث العلمية في عام 2015 **ص. 24**



JIN LIWANG/XINHUA/EYEVINE

المركبة الفضائية «مانكي كينج» Monkey King (الملك القرد)، التي انطلقت إلى السماء في 17 ديسمبر الماضي، مصمَّمة للكشف عن الجسيمات عالية الطاقة، الناتجة عن المادة المظلمة.

علم الكون

مسبــار المــادة المظلــمة يُطْلِق عصــر علــوم الفضــاء الصينــي

«مانكي كينج» هي بعثة الفضاء الصينية الأولى، ضمن سلسلة من البعثات الفضائية الصينية، التي تركِّز على الاكتشافات العلمية.

إليزابيث جيبني؛ وسيليست بيفر؛ وديفيد كاستيلفيتشي

في 17 ديسمبر الماضي، وتحت سماء صُبْح أرجواني، في سحابة من الدخان البني، انطلق في الهواء «مانكي كينج» Monkey King (الملك القرد)، وهو كاشف المادة المظلمة الفضائي الأول للصين، ولقبه «ووكونج» Wukong، أو «الملك القرد». وقد سُمي بذلك تَيَمُّنًا بمحارب في رواية صينية من القرن السادس عشر، إيذانًا ببدء اتجاه جديد في استراتيجية الفضاء الخاصة بالصين.

من مدار أرضي، تهدف المركبة إلى الكشف عن جسيمات عالية الطاقة، وأشعة جاما. ويعتقد الفيزيائيون أن المادة المظلمة ـ وهي مادة مِن المعتقَد أنها تمثل 85% من مادة الكون، ولكن حتى الآن لم يتم رصدها، إلا عن طريق آثار الجاذبية الخاصة بها ـ من الممكن أن تكشف عن نفسها بواسطة إنتاج أشعة كونية مماثلة أثناء فناء الجسيمات المكونة لها.

كما يتميز الكاشف الفضائي «ووكونج» ـ المسمَّى رسميًّا بمستكشِف جسيمات المادة المظلمة «دامبي» DAMPE ـ بكونه الأول في سلسلة من خمس بعثات لعلوم الفضاء، مِن المقرر انطلاقها بواسطة برنامج الأولوية الاستراتيجية حول علوم الفضاء، التابع للأكاديمية الصينية للعلوم. وقد بدأت هذه السلسلة في عام 2011.

وتُعتبر الصين بالفعل إحدى القوى الفضائية الكبرى في العالم، لكن حتى الآن كانت قد ركزت جهودها على الاستكشاف البشري والآلي، ولم تستثمر إلا القليل في علوم الفضاء، مع وجود استثناء بارز، هو مسبار «النجم المزدوج»، الذي تم إطلاقه بالتعاون مع وكالة الفضاء الأوروبية في عام 2003؛ لدراسة العواصف المغناطيسية على الأرض.

وسوف يعقب إطلاق «دامبي» من مركز إطلاق الأقمار الصناعية جيوتشيوان في شمال الصين، إطلاق بعثتين أخريين، هما: القمر الصناعي للاتصالات الكمية الأول في العالم، وتليسكوب أشعة سينية، يستطيع رصد المعلومات في نطاق فريد من الطاقة. وهذه البعثات معًا تمثل بداية جديدة لعلوم الفضاء في الصين، حسب قول وو جي، مدير عام «المركز الوطني لعلوم الفضاء» NSSC، الذي يدير البرنامج.

لقد أطلقت البلدان الأخرى بعثات للقمر، حسب قول بان جيان وي، كبير علماء القمر الصناعي لعلوم الكم، الذي أضاف قائلًا إنه عن طريق استخدام الأقمار الصناعية ◄

لعلوم الفضاء «يمكننا القيام بشيء جديد وعظيم بالفعل، ليس من أجل الصين فحسب، بل من أجل العالم بأكمله».

أعطى الجمهور لقب «ووكونج» للكاشف الفضائي «دامبي» في وقت سابق من ديسمبر الماضي، كجزء من حملة توعية حول برنامج الفضاء الصيني. كما أدى جهد مماثل مفتوح المشاركة إلى إنتاج الاسم «يوتو» Yutu، أو «الأرنب اليشمي» للمتجول القمري بالبلاد، الذي هبط في عام 2013.

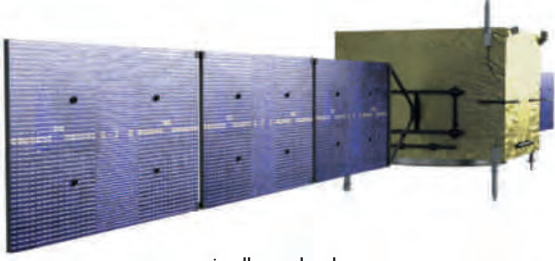
وسوف يستخدم «ووكونج» منطقة كَشْفه الكبيرة نسبيًّا، لرصد أحجام عالية من الأشعة الكونية، وكذلك مصادر انطلاقها، حيث سيُجْرِي مسحًا للسماء عند طاقات أعلى بكثير من أجهزة الكشف القائمة، مثل «المطياف المغناطيسي ألفا» AMS، الملحق حاليًّا بمحطة الفضاء الدولية. «نحن لا نعلم ما إذا كانت هذه الطريقة هي طريقة أفضل للبحث عن المادة المظلمة، لأن المادة المظلمة لم يُعثر عليها بعد»، حسب قول مايكل كابل، الفيزيائي بفريق مطياف AMS بمختبر «سيرن»، وهو مختبر فيزياء الجسيمات الأوروبي، الموجود بالقرب من جنيف بسويسرا.

لغز النجم النابض

يمكن أن يساعد جهاز الكشف على توضيح بعض الألغاز، حيث إنه في عام 2013، أعلن فريق مطياف AMS أنه قد رصد آثارًا من المادة المظلمة، لكن حتى الآن لم يتم الكشف سوى عن عدد قليل جدًّا من الجسيمات عالية الطاقة، اللازمة للجزم بهذا الأمر. ويفتقد الكاشف الفضائي «دامبي» المعدات اللازمة لتوضيح الموقف بشكل مباشر، ولكن حسب قول كابل.. يمكنه الكشف عما إذا كانت الإشارة من مصدر فلكي فيزيائي آخر غير المادة المظلمة، مثل النجوم النابضة.

وبالرغم من أن الكاشف الفضائي «دامبي» سوف يجمع فوتونات قادمة بمعدل أقل من مناظير أشعة جاما القائمة، مثل منظار «فيرمي لات» Fermi-LAT، التابع لوكالة «ناسا»، إلا أن «دامبي» أفضل من حيث تحديد طاقات تلك الجسيمات، حسب قول ميجيل سانشيز كوندي، الفيزيائي بـ«مركز أوسكار كلاين لفيزياء الجسيمات الكونية» في ستوكهولم. وهذه الإمكانية ستسمح لـدامبي برؤية النتوءات الحادة في الإشعاع، التي تتبأت بوجودها بعض نماذج المادة المظلمة.

إن التجربتين اللتين ستتبعان «ووكونج» لا تقلان طموحًا، فالقمر الصناعي لعلوم الكم ـ المقرر انطلاقه في يونيو المقبل ـ سيكون أول تجربة فضائية في العالم للكشف عن الظاهرة المعروفة باسم «التشابك الكمي». وسوف تَختبِر البعثة ما إذا كان ممكنًا لزوج من الفوتونات المتشابكة كميًّا ـ المنبثة من القمر الصناعي إلى اثنتين من المحطات الأرضية ـ البقاء متشابكًا عبر مسافة محطمة للأرقام القياسية تبلغ أكثر من ألف كيلومتر.



مسبار «دامبي» الصيني.

كما ستختبر التجربة إمكانية إقامة اتصال كمي بين محطة أرضية، والقمر الصناعي، واستخدامه في «النقل الفضائي» للمعلومات نقلًا لحظيًّا آمنًا. وقد سبق أنْ قامت التجارب المماثلة ببث الفوتونات على الأرض خلال الألياف البصرية، أو الهواء، وعبر مسافات أقصر بكثير من ذلك. والهدف النهائي هو خلق شبكة اتصالات كَمّ عالمية، حسب قول أنتون زايلينجر، الفيزيائي بجامعة فيينا، الذي يتعاون مع بان في قمر الكَمّ الصناعي. ويضيف بان قائلًا إنه عن طريق دفع حدود التشابك الكَمّي، سيساعد القمر الصناعي أيضًا على حل ألغاز أوّلية حول الكون، مثل كيفية توحيد ميكانيكا الكَمّ مع نظرية النسبية العامة لأينشتاين.

«يمكننا القيام بشيء جديد وعظيم بالفعل، وليس من أجل الصين فحسب».

الثقوب السوداء

في النصف الثاني من العام، سوف تُطلِق الصين «منظار تشكيل الأشعة السينية القاسية» HXMT، بحثًا عن مصادر ساطعة ووجيزة للإشعاع، مثل الثقوب السوداء النامية. وسيُجْرِي منظار HXMT تمشيطًا كاملًا للسماء، بحساسية تصل قيمتها إلى أعلى قِيَم نطاق الطاقة الكبير للمنظار، حيث تتجاوز تلك الحساسية المناظير واسعة المجال القائمة، حسب قول لويجي بيرو، الفلكي بالمعهد الوطني الإيطالي للفيزياء الفلكية في روما.

وتُعتبر البعثات الثلاث بعثات متطورة ومحورية، ولديها قدرة على القيام باكتشافات حقيقية، حسب قول وو، ولكنه لا يزال غير راض تمامًا، إذ يتم تمويل علوم الفضاء في الصين في دورات، مدتها خمس سنوات، حيث تتلقى حوالي 3 مليارات يوان (460 مليون دولار أمريكي) في دورتها الحالية. ونتيجة لذلك.. لا يوجد تمويل دائم، خلافًا للولايات المتحدة وأوروبا، مما يجعل من الصعب وضع خطط طويلة الأجل. وفي هذا الصدد.. يقول وو: «نحن لا نشعر أنها آمنة، وهو أفضل من لا شيء على أي حال، ولكننا ما زلنا نحاول اللحاق بالركب»، وإلى أن تقوم الصين باكتشافات في علوم الفضاء، «فنحن حتى الآن لسنا قوة فضائية حقيقية بعد».

تنتهي الدورة الحالية للتمويل في هذا العام. وبرغم ذلك.. يَعتقد وو أن الأكاديمية الصينية للعلوم سوف تستمر في مساندة البرنامج لخمس سنوات أخرى، ولن يتم تأكيد ذلك إلّا لاحقًا، حيث سيتوجب على التمويل تغطية البعثتين المتبقّيتين، وهما: القمر الصناعي «شيجيان» Shijian-10، بغرض إجراء تجارب الجاذبية متناهية الصغر، وعلوم الحياة، وقمر صناعي آخر للطقس الفضائي، يُعرف باسم «كوافو» Kuafu.

المساهمات الدولية

يشير بيرو إلى أن غالبية الأقمار الصناعية العلمية الصينية الحالية والمستقبلية تشمل إسهامات بحثية من علماء بجميع أنحاء العالم، ويضيف قائلًا إن تلك الإسهامات «تصقل الأهداف العلمية، وترفع الاستفادة من الموارد، وتُجَنِّب التداخل السلبي». ويُرجِع زايلينجر العمل الرائد للصين في اتصالات الكَمّ الفضائية إلى عمليات اتخاذ القرار السريعة «الموجَّهة نحو إنجاز الأمور».

كان الكونجرس الأمريكي قد أقَرَّ قانونًا في عام 2011 يمنع وكالة «ناسا» من التعاون مع الصين، إلا في حالات نادرة. وعلى النقيض من ذلك.. ترغب وكالة الفضاء الأوروبية في العمل مع الصين، وتسهم بالفعل مع الأكاديمية الصينية في مرصد طقس فضائي صغير، وهو «مستكشف رابطة الرياح الشمسية، والغلاف المغناطيسي، وطبقة الأيونوسفير» SMILE.

تضيف جوان جونسون فريز ـ المتخصصة في برنامج الفضاء الصيني بكلية الحرب البحرية الأمريكية في نيوبورت، رود آيلاند ـ قائلة إن خبرة الصين المحدودة في علوم الفضاء ـ إلى جانب سياساتها ـ قد أعاقت التعاون حتى الآن، ولكن البلاد حريصة على تطوير وتأسيس خبرتها. ويضيف وو قائلًا إن العلماء الصينيين يودُّون التعاون مع الولايات المتحدة، لكن العلاقات المقطوعة تضر بالولايات المتحدة أكثر من الصين، «وهذا يعطي فرصة جيدة للأوروبيين، ويجب على الولايات المتحدة أن تدرك ذلك». ■

NSSC

الأمراض المعدية

الكلاب تُحبِط جهود القضاء على الدودة الغينية

يقف أحد الأوبئة التي تصيب الكلاب عائقًا أمام جهود القضاء الشامل على أحد الطفيليات.

إوين كالاواي

صار القضاء على داء الدودة الغينية وشيكًا، بعد عقود من الجهود المبذولة، وبذلك ستصبح هذه أول عدوى طُفيلية يَقضي عليها العالم، إلّا أنّ الوباء الطفيلي الغامض الذي انتشر في الكلاب يهدِّد بإحباط هذه الجهود.

يقول ديفيد مولينو، المتخصص في علم الطفيليات في كلية ليفربول للطب المداري بالمملكة المتحدة: «إذا أردنا أن نكون حازمين في تحقيق ذلك، فعلينا أن نقضي على العدوى لدى الكلاب».

يقود «معهد كارتر» في أطلانطا بولاية جورجيا الأمريكية الحملة العالمية للقضاء على الدودة الغينية. وقد أعلن المعهد في الأسبوع الثاني من يناير الماضي عن هبوط عدد حالات هذه العدوى التي تسبب ألمًا لا يُطاق لأدنى مستوياتها بنحو 25 حالة مُبَلَّغ عنها طوال عام 2015 فقط، في أربعة بلدان، هي تشاد، وإثيوبيا، ومالي، وجنوب السودان، لكن مستويات العدوى في الكلاب متفاقمة في تشاد، حيث سيجتمع المسؤولون الرسميون في نهاية يناير؛ للتصدي للوباء المتفشي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

PHILIPPE DESMAZES/AFP/GETTY

حدثت غالبية حالات الإصابة بالدودة الغينية في تشاد لدى مجتمعات الصيد، القائمة بمحاذاة نهر تشاري.

في الكلاب. وكان قد جرى تسجيل أكثر من 450 حالة من العدوى بالدودة الغينية في الكلاب الأليفة في وسط أفريقيا العام المنصرم، وهو عدد الحالات الأعلى إطلاقًا (انظر: «عودة وباء الكلاب»).

يشتبه باحثون ومسؤولون رسميون بشدة في أنّ الكلاب تنقل العدوى للإنسان، وبات التسابق الآن على فهم كيفية حدوث ذلك، وكيف تلتقط الكلاب العدوى من البداية. ومن غير المرجح أن تعلن منظمة الصحة العالمية اجتثاث الدودة الغنية، حتى يتوقف انتقالها بين الكلاب، كما يقول مولينو، الذي هو أحد أعضاء اللجنة التي ستتخذ هذا القرار.

في عام 1986، عندما انضم «معهد كارتر» إلى حملة القضاء على الدودة الغينية، قُدِّر حدوث نحو ثلاثة ملايين ونصف مليون حالة عدوى سنويًّا، معظمها بسبب تدنّي النظافة، وتعسُّر الوصول إلى مصادر المياه النظيفة. فعندما يشرب الأشخاص مياهًا غير نقية؛ فإنهم قد يبتلعون مع المياه قشريات المياه العذبة المجهرية، التي تُدعى «مجدافيّات» copepods، والتي بدورها تُصاب بالعدوى بيرقات الدودة الغينية. وعندما تموت المجدافيات، فإنّها تُطلِق اليرقات، التي تبلغ، وتتكاثر داخل أمعاء الإنسان. تموت الدودة الذكر بعد التزاوج، ولكن إناث الدودة البالغات ـ التي يصل طول الواحدة منها نحو 80 سنتيمترًا ـ تبقى على قيد الحياة، وتنتقل من الأمعاء ببطء. وبعد عام ـ تقريبًا ـ من الإصابة بالعدوى، تثقب هذه الديدان جلد الجسم المصاب، عادةً حول الأرجل، وباطن الأقدام. ويلجأ المصابون إلى الاستحمام في الأنهار، أو البحيرات؛ لتخفيف الآلام الحادة، وبذلك يلوثون المياه بالجيل التالي من اليرقات. وعلى الرغم من أنّ داء التنينات غير قاتل، إلّا أنّه قد يصيب الإنسان بالضعف والوهن لشهور طويلة، ويتسبب في تغيُّب الأطفال عن المدرسة لوقت طويل.

يقول دونالد هوبكينز، الذي يعمل كمستشار خاص لدى «معهد كارتر»، ويقود جهود القضاء على الدودة الغينية: «لا يتوفر لقاح مضاد للطفيلي، ولا يوجد علاج فعّال. ولذا.. انصبّت جهود القضاء عليه في توفير مياه نظيفة، وتغيير سلوكيات الأشخاص». فقد تعلّم الأشخاص في المناطق التي كانت تنتشر فيها الدودة تصفية المياه باستخدام قطع من القماش، وتجنُّب إعادة تلويث مصادر المياه. وباتت حتى القرى البعيدة قادرة على احتواء العدوى، وإبلاغ مسؤولي الصحة عن حالات الإصابة.

كانت تشاد على وشك أن يُعلَن خُلُوُّها من دودة غينيا مع نهاية عام 2000، إلّا أنّ حالة واحدة سُجِّلت مع بداية إبريل من عام 2010. وقد أفضى تشديد الرصد إلى الكشف عن عدد من حالات العدوى، إذ سُجِّلت نحو 60 حالة عدوى مُنْذ ذاك الوقت.

وكثيرًا ما كانت هذه الحالات متفرقة ومعزولة عن بعضها البعض، حسب وصف مارك إبرهارد، متخصص علم الطفيليات، ومستشار القضاء على دودة غينيا في معهد كارتر. ومن المألوف أكثر أن يأخذ حدوثُ حالات العدوى النمطَ العنقودي، ليعاود الظهور مجددًا في القرية نفسها، عامًا بعد عام. ويقول إبرهارد: «ليس ثمّة ازدياد أو تفجُّر في عدد الحالات، كما قد يتوقع البعض».

بعد مدة قصيرة من هذه المشاهدات، بدأ المسؤولون الرسميون يسمعون إشاعات عن إصابة كلاب بعدوى الدودة الغينية في تشاد. وقد عَرَف الباحثون على مدى عقود أنّه نادرًا ما تصاب الكلاب والنمور وعدد من الثدييات بعدوى مشابهة للدودة الغينية، ولكنهم افترضوا أنْ تكون هذه الحالات ناجمة عن الإصابة بفصيل نادر من طفيل *Dracunculus*، الدودة الخيطية التي تسبِّب المرض، أو لربما تكون أمثلة نادرة لعدوى قد تكون انشقت عن تقشِّي مرض يصيب البشر.

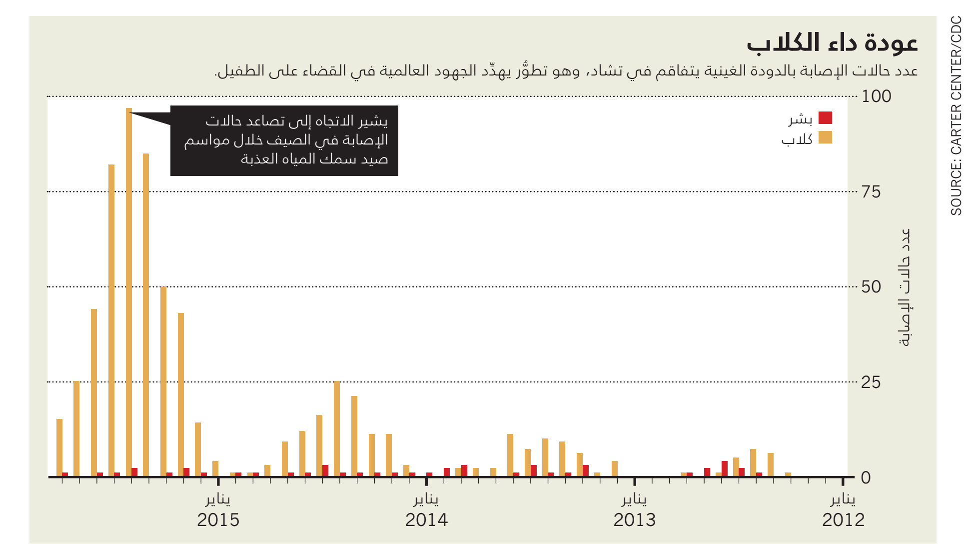
«إذا أردنا أن نكون حازمين في تحقيق ذلك، فعلينا أن نقضي على العدوى لدى الكلاب».

وفي تشاد، يعتقد الباحثون في الوقت الراهن أنّ الكلاب هي التي تنقل الدودة للإنسان، وليس بالعكس. وقد سَجَّل الموظفون الرسميون ـ بين يناير وأكتوبر من عام 2015 ـ نحو 459 حالة إصابة لدى الكلاب في 150 قرية في وسط أفريقيا، وهو حجم غير مسبوق من حيث عدد الحالات. ويؤكد تحليل التسلسل الجيني أن الكلاب في تشاد مصابة بالديدان الخيطية نفسها *Dracunculus medinensis* التي تصيب البشر بالوباء (M. L. Eberhard *et al*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **90**, 61-70; 2014).

ولفَهْمِ أفضل للوضع، يقوم حاليًّا فريق عمل ـ يقوده كل من جيمس كوتون، وكارولين دورانت، المتخصصَين في علم الجينات لدى «معهد وِلْكَم تراست سانجر» في هينكستون بالمملكة المتحدة ـ بتحليل التسلسلات الجينية لمزيد من ديدان غينيا، التي يجري جَمْعها من الكلاب والأشخاص في تشاد؛ لتأكيد ما إذا كانت الكلاب تنقل العدوى للإنسان بالفعل، أم لا، بينما يحاول إبرهارد ـ المقتنع تمامًا بأنّ الوضع بالفعل كذلك ـ تحديد كيف تلتقط الكلاب العدوى أصلًا. ويعتقد أنّه من غير المحتمل أن تصاب الكلاب بالعدوى عبر شرب الماء الملوث، لأنّ الكلاب تُفْزِع المجدافيّات عندما تلعق الماء. وقد حدثت غالبية حالات الإصابة في تشاد لدى مجتمعات الصيد، على امتداد نهر تشاري. ويشتبه إبرهارد في أنّ الكلاب تأكل أحشاء السمك آكِل المجدافيّات. وبعدها، تنقل الكلاب العدوى للإنسان بتلويث المياه باليرقات.

يَختبِر باحثون ـ مِن بينهم إبرهارد ـ جوانب هذه الفرضية على حيوانات ابن مقرض، وهو حيوان نموذجي يُستخدم في بحوث الأمراض، لكنّ المسؤولين الرسميين في تشاد لن ينتظروا حتى صدور نتائج الاختبارات، لاتخاذ التدابير، فمنذ فبراير 2015، بدأوا في عرض 20 دولارًا أمريكيًّا على كل مَن يبلِّغ عن حالة إصابة بالدودة الغينية في الكلاب، ورَبْط الكلاب؛ لمنعها من تلويث مصادر المياه. كما أنهم يشجعون القرويين على دفن أحشاء السمك؛ لمنع الكلاب مِن أكْلها. وفي الوقت نفسه، تُجرى تجربة طبية، لمعرفة إذا ما كان للدواء المُستخدم في علاج الدودة القلبية ـ من الطُفيليات المستديرة الشائعة في الكلاب ـ تأثير على العلاج من الدودة الغينية. ولأنّ مدة حضانة الدودة الغينية تستمر نحو عام، فقد ينجلي الأمر قبل نهاية عام 2016، ليتبيّن ما إذا كان هذا التدخل ناجحًا، أم لا.

يقول السكان من كبار السن من القرى الممتدة بمحاذاة نهر تشاري إنّ سلوكياتهم في الصيد لم تتغير، حسبما يقول هوبكينز، ولا يذكرون حدوث حالات عدوى الكلاب بالدودة الغينية في الماضي. وفي المقابل، يقول مولينو إنّ نَقْل القليل من الأشخاص للمرض قد يفسِّر التقاط الكلاب للعدوى، ويضيف: «لو كنتَ دودة غينية، ولم يتبقّ من نوعك أكثر من 100 في العالَم، فما الذي كنتَ ستفعله؟ ستغادر جسم المضيف الذي تُهاجَم فيه، وتنتقل إلى مضيف آخر». ■




ABDELHAK SENNA/AFP/GETTY

أثَّرت القيود المفروضة على جَمْع وتصدير طحالب النوع «جيليديوم» في المغرب على الإنتاج العالمي من الكاشف المعملي الآجار.

الأحياء المجهرية

تَنَاقُص مادة الآجار الأساسية في المعامل

يتعرض عامل الكشف المعملي الأساسي في استزراع الميكروبات للخطر، بسبب انخفاض نِتاج الطحالب البحرية.

إيوين كالاواي

إنّ أهم كاشف معملي في علم الأحياء المجهرية لم يعد متوفرًا بالقدر الكافي، بكل ما يعنيه هذا من تبعات محتملة على الأبحاث، والصحة العامة، والمعامل الطبية في أنحاء العالم. فمادة «الآجار» الحيوية المشتقة من الطحالب البحرية ـ وهي مادة جيلاتينية، يستخدمها علماء الأحياء في استزراع الميكروبات ـ تتعرض لتناقص عالمي، وذلك وفقًا لما قاله علماء الأحياء البحرية، ومنتجو الآجار، ومحللو الصناعة لدورية *Nature*. يقول بيدرو سانشيز، نائب مدير الإدارة لشركة «إندااستيرياس روكو» Industrias Roko في «بولينجو دي سيلفوتا» Polígono de Silvota بإسبانيا، حيث تعالج هذه الشركة الطحالب البحرية؛ لتصنع حوالي 40% من الإنتاج العالمي للآجار: «لا توجد طحالب بحرية تكفي الجميع. ولذا.. فنحن ببساطة نقوم بخفض إنتاجنا في الوقت الحالي».

ويمكن إيعاز السبب في هذا التناقص إلى القيود التجارية المفروضة على الطحالب البحرية، النابعة من المخاوف البيئية بالإفراط في استغلال الطحالب البحرية. وليس واضحًا بعد إلى أيّ مدى يمكن أن تؤثر ندرة الطحالب على الباحثين، ولكنها بالفعل رفعت أسعار الجملة للآجار إلى حدّ لم تبلغه من قبل قط، حيث بلغ السعر 35 إلى 45 دولارًا أمريكيًّا للكيلوجرام، وهو ما يعادل ثلاثة أضعاف السعر قبل ذلك، إضافة إلى أن الباحثين المستقلين الذين يشترون الآجار الجاهز من شركات تجهيز المعامل قد يدفعون أضعاف هذا المبلغ.

وقد أعلنت إحدى الشركات الكبرى المورِّدة ـ وهي شركة «ثيرمو فيشر ساينتفيك» Thermo Fisher Scientific بمدينة والثام في ولاية ماساتشوستس ـ أنها توقفت عن بيع مُنْتَجَيْ آجار «خام» ـ أي الآجار غير المختلِط بمكونات أخرى ـ حتى عام 2016، وبذلك تتمكن من إعطاء الأولوية للمنتجات الأخرى المطلوبة أكثر، التي تحتوي على خليط من الآجار، ومواد مغذية. وصرحت الشركة بأن حوالي 200 من عملائها تأثروا بهذا التوقف. كما أوقفت شركة أخرى ضخمة للتجهيزات المعملية ـ وهي شركة «ميليبور سيجما» Millipore Sigma في مدينة بيليريكا بولاية ماساتشوستس ـ مبيعاتها أيضًا للآجار الخام، وصرحت بأنها ستعيد تقييم منتجاتها مبكرًا في العام المقبل. وتُلْقِي شركة «ميليبور سيجما» اللوم في النقص الحادث على منافسة شركات الأغذية لها على الآجار الخام، حيث إن الطلب العالمي من مصنِّعي الأغذية ـ الذي يبلغ آلاف الأطنان سنويًّا ـ يقلل من الكمية المطلوبة لشركات التجهيزات المعملية، التي تُقَدَّر بحوالي 900 طن.

مادة ثمينة

تتكون مادة الآجار من سلاسل طويلة من جزيئات سكرية، ويَعتبِرها علماء الأحياء المجهرية مادة ثمينة؛ وذلك لقدرتها على تكوين مواد هلامية متماسكة، عندما يتم خلطها مع الماء، ومواد مغذية. وعندما يتم فرد السائل الذي يحوي البكتيريا على الآجار المُبَطِّن للطبق؛ تنمو الخلايا المفردة وتكوِّن مستعمرات محددة، مما يسمح للباحثين بعزل كل سلالة على حدة.

وقد قام آدم روبرتس ـ وهو عالِم أحياء مجهرية بكلية لندن الجامعية ـ بلَفْت الانتباه إلى مشكلة مخزون الآجار منذ عدة أشهر، عندما نشر على شبكة «تويتر» رسالة من شركة «ثيرمو فيشر»، تعلِن فيها تَوَقُّفها عن بعض مبيعات الآجار، حيث يَعتمِد معمله على ذلك المنتَج، للتعرف على مركّبات مضادات ميكروبية جديدة في بكتيريا التربة. وقد استطاع روبرتس أن يصل إلى مصدر الآجار الخام من مورد آخر، لكنه يقول إن معمله يبدو أنه سيضطر للبدء في ترشيد الكمية، وإعطاء الأولوية لبعض التجارب على الأخرى. ويضيف قائلًا: «إنه كابوس حقيقي». وعندما سمعت إحدى الزميلات من مؤسسة أخرى عن مشكلة مخزون الآجار لدى روبرتس؛ بدأت في ادخار مخزونها الخاص. ويضيف روبرتس قائلًا: «إذا ازدادت المشكلة تفاقمًا، وصار الحصول عليه أصعب، لا أعرف ما الذي بإمكاننا فعله».

منذ بداية استخدام أطباق الآجار في ثمانينات القرن التاسع عشر، التي مكّنت الباحثين من عزل بكتيريا السل، والكوليرا، وأمراض أخرى لأول مرة، تم الحصول على الآجار البكتيري من مجموعة من أنواع الطحالب الحمراء، التي تنتمي إلى نوع «جيليديوم» *Gelidium*. وينمو هذا النوع من الطحالب فوق قاع البحر الصخري، مكونًا مسطحات واسعة تحت الماء من الأوراق الحمراء الكثيفة، التي تفضل المياه الباردة المضطربة، التي توفر إمدادات ثابتة من الأكسجين، والمواد المغذية الأخرى، مما يجعل استزراعها على نطاق صناعي يبدو مستحيلًا. ويقول سانشيز في هذا الصدد: «إنها ليست مزروعة، ولا يمكن استزراعها، على الرغم من إنفاقنا الكثير من المال هباءً في محاولة عمل ذلك في الماضي».

«إنها لا تُستزرَع، ولا يمكن استزراعها، على الرغم من إنفاقنا الكثير من المال هباءً، في محاولة عمل ذلك في الماضي».

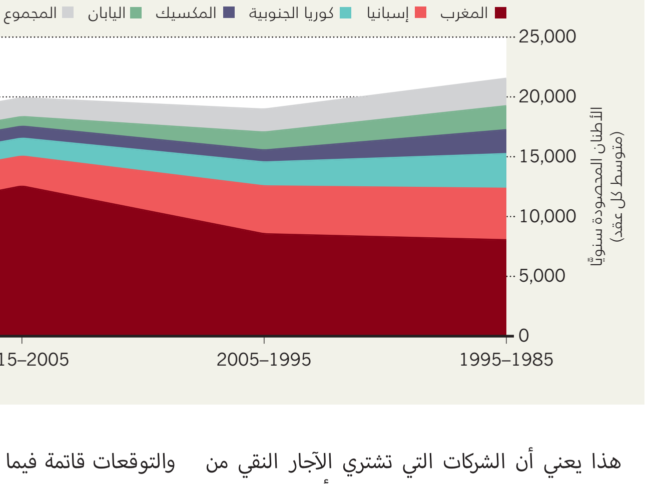
وفي بعض الأماكن، يمكن جمع طحالب النوع «جيليديوم»، عن طريق الغواصين تحت الماء، أو عندما تخرجها أمواج المَدّ والجَزْر، لكن في الأغلب أنه يتم حصاد الطحالب البحرية عندما تلقِي بها المياه على الشاطئ.

لقد تغيرت أماكن المصادر الجغرافية للطحالب من نوع «جيليديوم» عبر العقود، فقبل الحرب العالمية الثانية، كانت اليابان هي المتصدرة، كما كانت البرتغال كذلك موردًا رائدًا. أما الآن، فإن أغلب إنتاج الآجار العالمي مُصنَّع من طحالب

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

«جيليديوم»، التي تنمو في المغرب، ثم تأتي إسبانيا في المركز الثاني، ثم تشارك كل من البرتغال، وفرنسا، والمكسيك، وشيلي، وجنوب أفريقيا، واليابان، وكوريا الجنوبية في الإنتاج العالمي بكميات صغيرة (انظر: «نقص الطحالب البحرية»). ووفقًا لما ذكره خبراء في هذه الصناعة، فإن العجز الحالي في إنتاج الآجار ناتج غالبًا عن تقلُّب الإمدادات من طحالب «جيليديوم»، التي تنمو في المغرب. وخلال الألفينات، كانت الدولة تحصد ما يقارب 14 ألف طن سنويًّا، حيث كان يُباع لمنتجي الآجار المحليين والأجانب، لكنْ بالنظر إلى تناقص طحالب «جيليديوم»، خفّضت الحكومة المغربية الإنتاج السنوي القانوني لحوالي 6 آلاف طن، وحددت قيمة الصادرات من الطحالب للخارج بحوالي 1,200 طن فحسب. وعلى الرغم من أنه تم فرض هذه التغييرات في عام 2010، إلا أن المغرب بدأت في فرض هذه القيود التجارية في العام الماضي، حسب قول سانشيز.

PEDRO SANCHEZ/INDUSTRIAS ROKO



البحث عن الذهب

يقول ريتشارد ميلو ـ وهو عالِم البيئة البحرية في جامعة ليزبون ـ إنه يوجد دليل على أن مخزون طحالب «جيليديوم» المغربية قد تَعَرَّض لحصاد جائر، عن طريق مجموعات كبيرة ممن يمسحون الشاطئ بحثًا عن الطحالب البحرية، أو «الذهب الأحمر»، كما يُطلق عليها. وبرغم ذلك.. يضيف ميلو قائلًا إن القيود التجارية لا تعني شيئًا من وجهة نظر الحفاظ على البيئة، فالسوق المغربي المحلي غارق بكميات من طحالب «جيليديوم»، بينما بقية العالم يعاني من نقص شديد. وهذا يفيد منتجي الآجار المغاربة وحدهم، الذين يمكنهم الآن شراء الطحالب بأسعار زهيدة، لكن ذلك الإجراء رفع بشدة من سعر التكلفة لدى المنتجين في الأماكن الأخرى.

هذا يعني أن الشركات التي تشتري الآجار النقي من المنتجين وتبيعه للباحثين كمنتجات معبأة ـ مثل «ثيرمو فيشر»، و«ميليبور سيجما» ـ لديها فرص ضعيفة، تكفي بالكاد لدفع الأسعار المرتفعة للغاية، التي يتطلبها شراء الآجار الآن، حسب قول دينيس سيسان، الذي يدير مؤسسة تحليل صناعي تُدعى IMR International في سان دييجو، بكاليفورنيا، إذ يقول: «يحظى الذين لديهم عقود مع المورِّدين بتعامل أفضل، رغم أني متأكد أنهم لا يحصلون على كل ما يريدون».

وقد اشتكى المجلس الأوروبي للحكومة المغربية بأن ما تفرضه من قيود على التصدير يُعتبر خَرْقًا لاتفاقيات التجارة الحرة مع بلاد الاتحاد الأوروبي، لكن هذا لم يُجْدِ نفعًا.

والتوقعات قاتمة فيما يخص المصادر الجديدة لطحالب «جيليديوم». ورغم وجود كميات غير مستغلَّة من الطحالب، موجودة قبالة سواحل كوريا الشمالية، إلا أنه «من الصعب العمل مع بلد مثل كوريا الشمالية»، على حد قول سانشيز.

لقد أثبتت بدائل الآجار ـ مثل منتَج طحلبي آخر يُدعى «كاراجينان» ـ أنها غير صالحة لاستزراع الميكروبات. وفي السابق، قبل أن يقدِّم أحد التقنيين الآجار في معمله، قام الرائد الألماني في علم الأحياء المجهرية، روبرت كوخ، بعَزْل البكتيريا من على شرائح البطاطس. ويقول روبرتس في هذا الصدد: «إذا لم نَعُدْ إلى ما كان كوخ يستخدمه في الماضي، ونستخدم البطاطس؛ فلا يوجد بديل حقيقي هناك». ■

أبحاث

ماذا يحمل لنا عام 2016؟

عامٌ تشكِّله بعثات فضائية، وامتصاص ثاني أكسيد الكربون، وموجات الجاذبية.

امتصاص ثاني أكسيد الكربون

مِن المقرَّر أن تصبح شركة سويسرية أول شركة تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو، وتبيعه على نطاق تجاري، وهو ما يُعَدّ حجر الزاوية لإنشاء شركات أكبر، يمكنها أن تساعد يومًا ما على مكافحة الاحتباس الحراري. وبحلول يوليو القادم، سيبدأ العاملون في مجال المناخ بامتصاص حوالي 75 طنًّا من ثاني أكسيد الكربون شهريًّا في مصنع الشركة بالقرب من زيورخ، ثم بيعه للصوبات القريبة من المنطقة؛ لتحسين نمو المحاصيل. وتأمل شركة أخرى ـ وهي شركة «كربون إنجنيريج» Carbon Engineering في كالجاري بكندا، التي تعمل منذ فترة على امتصاص ثاني أكسيد الكربون، لكنها لم تطلقه بعد في الأسواق ـ على تحويل الغاز إلى وقود سائل. وهناك منشآت أخرى حول العالم، تعمل على التقاط ثاني أكسيد الكربون من عوادم محطات توليد الطاقة، ولكن حتى عام 2015، لم تعمل على امتصاصه من الهواء إلا مجموعة صغيرة من المشروعات التجريبية.

قصّ الجينات، ولَصْقها

ستشهد التجارب البشرية تقدُّمًا كبيرًا بالنسبة إلى العلاجات التي تَستخدِم تقنيات تحرير الحمض النووي. وستعمل شركة «سانجامو بيوساينسيز» Sangamo Biosciences في ريتشموند بكاليفورنيا على اختبار استخدام إنزيمات تُسمى نيوكليز إصبع الزنك، لتصحيح عيب جيني يسبب مرض الهيموفيليا. وبالتعاون مع شركة «بيوجين» Biogen في كمبريدج بولاية ماساتشوستس، ستبدأ أيضًا تجربة للنظر فيما إذا كانت هذه التقنية يمكنها تعزيز صورة وظيفية من الهيموجلوبين لدى الأشخاص الذين يعانون من فقر دم حوض البحر المتوسط، المعروف علميًّا باسم «بيتا-ثلاسيميا». ويأمل العلماء والمختصون في الأخلاقيات في الاتفاق على الإرشادات الأخلاقية، وإرشادات السلامة المتعلقة بتحرير الجينات لدى البشر في أواخر عام 2016. وسيشهد هذا العام مولد أول قرود مُحرَّرة جيناتها، تظهر عليها أعراض الاضطرابات البشرية التي صُممت لتمثل نموذجًا لها.

آمال كونية عريضة

يَعتقِد الفيزيائيون أن ثمة فرصة جيدة قد تتيح لهم رصد الدليل الأول على وجود موجات الجاذبية ـ تموُّجات في الزمان والمكان، تسبِّبها الكثافة والعناصر المتحركة، مثل النجوم النيوترونية المتصاعدة ـ وذلك بفضل المرصد المتطور لمقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية «Advanced LIGO». كما ستُطلِق اليابان مرصد «أسترو إتش» Astro-H، الذي ينتمي إلى جيل جديد من مراصد الأشعة السينية، التي تستطيع إنجاز عدة أمور، من بينها تأكيد ـ أو دحض ـ الزعم بأن النيوترونات الثقيلة يمكنها إطلاق إشارات مادة مظلمة، تُعرف باسم «بالبالونات» Bulbulons. كما توجد إشارات تفيد باحتمال وجود جُسيم جديد محتمَل في «مصادم الهدرونات الكبير»، الذي يعمل بمقادير قياسية من الطاقة منذ يونيو الماضي. ويزداد وضوح تلك الإشارات حاليًّا مع تخزين المُصادم للبيانات بمعدل سريع. وحتى في حال عدم تأكُّد وجود الجسيم، فلا يزال في وسع المُصادم الكشف عن ظواهر أخرى مثيرة، مثل الكرات الصمغية، وهي جسيمات مصنوعة بالكامل من نواقل، لها قوة نووية شديدة.

أبحاث محفوفة بالمخاطر

سيَعرِف العلماء قريبًا قرار استئناف التمويل من عدمه بشأن الأبحاث التي تتضمن جعل الفيروسات أكثر خطورة، حيث إنه في أكتوبر 2014، عَلَّقت الحكومة الأمريكية ـ بصورة مفاجئة ـ الدعم المالي لدراسات «كسب الوظائف»، الخاصة بمسبِّبات الأمراض. ويمكن أن تزيد تلك التجارب من فَهْم كيفية تطوُّر بعض مسبِّبات الأمراض، والسبيل إلى القضاء عليها، ولكن المعترضين على هذه التجارب يقولون إنها قد تزيد من خطر إمكانية إطلاق فيروسات مميتة، على سبيل المثال. وقد تم الانتهاء من تحليل «المخاطر مقابل ◄

الفوائد» في ديسمبر 2015، وسيُصْدِر المجلس الاستشاري العلمي الوطني للأمن الحيوي في الولايات المتحدة توصيات في غضون الأشهر القليلة المقبلة حول ما إذا كان تمويل تلك البحوث سيتم استئنافه مع وضع المزيد من القيود المشددة، أم لا.

إلى كوكب المريخ، وما هو أبعد

ستقرِّب مدارات كوكبي الأرض والمريخ الكوكبين من بعضهما البعض هذا العام، مما تَتِيح عنه فرصة مثالية للقيام برحلة إلى الكوكب الأحمر. وستستفيد بعثة مشتركة بين وكالة الفضاء الأوروبية، ووكالة روسيا الفيدرالية الفضائية من تلك الفرصة، حيث ستنطلق مهمة «إكسومارس»ExoMars في شهر مارس القادم، لتحلِّل غازات الغلاف الجوي لكوكب المريخ، وتختبر تقنية الهبوط على سطح الكوكب. وذهابًا إلى ما هو أبعد، ستصل بعثة سفينة الفضاء «جونو» التابعة لوكالة «ناسا» إلى كوكب المشترى في شهر يوليو القادم. أما في سبتمبر القادم، فستقوم سفينة الفضاء «روزيتا» ـ التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية ـ بهبوط انتحاري في عمق المُذَنَّب الذي تدور حوله، ولن تعود منه ثانية. ويمكن لمن سيصيبهم الحزن مِن جَرّاء هذا الفعل أن يجدوا بعض العزاء في إطلاق وكالة «ناسا» للسفينة «أوزوريس-ريكس» OSIRIS-REx، وهي بعثة مِن شأنها أن تعود بعيِّنات من الكويكب «بينو».

مكاسب تجارية

ستصبح إحدى الفرق البحثية سعيدة الحظ، من خلال فوزها بمبلغ 50 مليون دولار، كمنحة لأبحاث أمراض القلب، مقدَّمة من عملاق الإنترنت «جوجل»، وجمعية القلب الأمريكية، حيث يشهد ملف أبحاث الأمراض ـ التابع لشركة «جوجل» ـ تناميًا، ويتحرَّق علماء الأعصاب شوقًا لمعرفة الكيفية التي سيتعامل بها توماس إنسل مع هذا الملف. وإنسل هو المدير السابق للمعهد القومي الأمريكي للصحة النفسية، الذي تولَّى قيادة الجهود المبذولة في مجال الصحة النفسية بالشركة منذ شهر نوفمبر الماضي. ويمكن للتمويل الخاص أيضًا أن يضع بصمته في عالم الفضاء؛ حيث تخطِّط جمعية دراسات علم الكواكب غير الهادفة إلى الربح في باسادينا بكاليفورنيا لإطلاق بعثة، تكلفتها 4.5 مليون دولار أمريكي، وذلك في إبريل القادم، لاختبار سفينة الفضاء الأمريكية المدفوعة بالضوء «لايتسيل» Lightsail.



تم أخذ عيِّنات من لعاب التنين «كومودو» لصالح مشروع «إيرث ميكروبيوم».

STEPHEN BELCHER/MINDEN PICTURES/CORBIS

رحلات فضائية

وسيرًا على خُطَى إطلاق مستكشِف جسيمات المادة المظلمة «دامبي» DAMPE في ديسمبر الماضي، الذي بلغت تكلفته 100 مليون دولار أمريكي، سيقوم المركز الوطني لعلوم الفضاء ـ التابع للصين ـ بإطلاق مسبارَي علوم الفضاء الثاني والثالث، وذلك في سلسلته المخطَّط لها، المكوَّنة من خمسة مسابير. كما سينطلق القمر الصناعي الأول، لاختبار اتصالات الكَمّ في يونيو القادم. وبحلول نهاية العام، سيطير «منظار تشكيل الأشعة السينية القاسية» HXMT، الذي سيجوب السماء بحثًا عن مصادر حيوية للإشعاع، مثل الثقوب السوداء والنجوم النيترونية. وسيشهد شهر سبتمبر المقبل اكتمال إنشاء الصين «تليسكوب الخمسمائة متر اللاسلكي، ذي فتحة العدسة الكروية» FAST، الذي سيحلّ محلّ مرصد «أرسيبو» الموجود في بورتوريكو، باعتباره أكبر تليسكوب لاسلكي على مستوى العالم. وفي هاواي، سيبحث الفريق الذي يتولى العمل على التليسكوب المثير للجدل ـ الذي يبلغ طوله ثلاثين مترًا، وتم رفض مَنْح الرخصة له في ديسمبر الماضي ـ إمكانية المضي قدمًا في المشروع، وكيفية تحقيق ذلك.

المزيد حول حياة الميكروبات

مِن المتوقع أن تظهر النتائج الأولية من المشروع الطموح لتحليل التجمُّعات الميكروبية على مستوى العالم في هذا العام. ويهدف مشروع «إيرث ميكروبيوم» The Earth Microbiome Project ـ الذي انطلق في عام 2010 ـ إلى وصف ما لا يقل عن 200 ألف عيِّنة من الحمض النووي الميكروبي، وكتابة تسلسلها الجيني. وقد أخذت هذه العينات من كل شيء، بدءًا من ألسنة تنِّين «كومودو»، ووصولاً إلى التربة في مناطق التندرا السيبيرية. ويتعهَّد القائمون على المشروع بالكشف عن مستويات غير مسبوقة من التنوع الحيوي.

انتفاضة سياسية

في شهر نوفمبر القادم، سوف تنتخب الولايات المتحدة رئيسًا جديدًا. وإذا صار البيت الأبيض تحت سيطرة مرشح جمهوري، فقد تبرز على السطح مرة أخرى خطط دفن النفايات النووية في جبل يوكا في نيفادا، التي كانت مثار جدل لفترة طويلة. كما قد يذهب التمويل الفيدرالي لعلوم المناخ والعلوم الاجتماعية أدراج الرياح. أمّا في كندا، فإذا وَفَّت حكومتها الليبرالية بالعهود التي قطعتها في مرحلة ما قبل الانتخابات؛ فستحظى البلاد بمَن يشغل منصب كبير مسؤولي البحث العلمي، رغبةً في إعادة بناء المكانة المتآكِلة للعلماء الحكوميين.

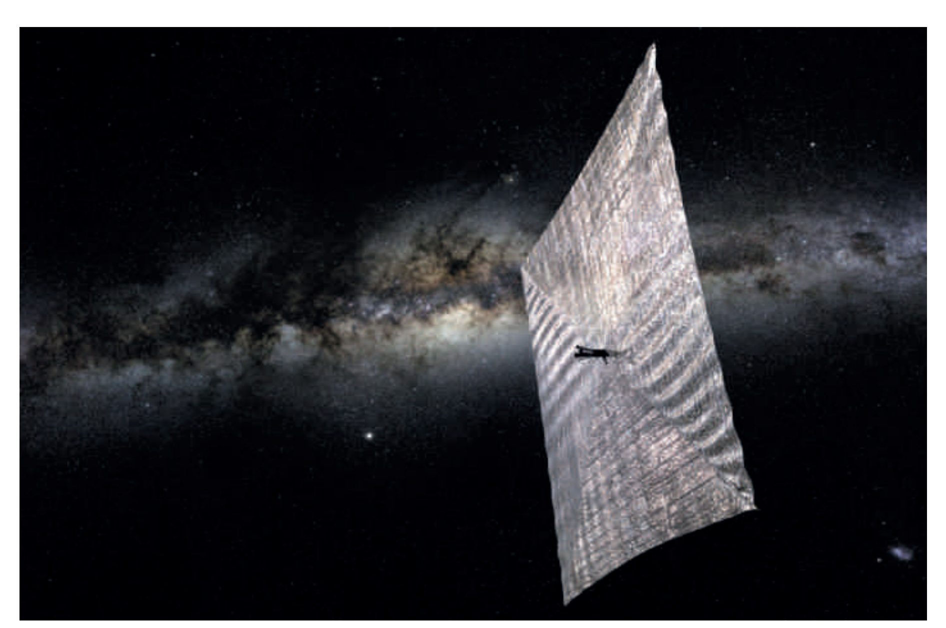
جينات الأحلام

يأمل علماء الأعصاب في أن يصلوا ـ في نهاية المطاف ـ إلى تحديد الجينات المحورية في تنظيم توقيت النوم ومدته، لكن اكتشافها يشكِّل صعوبة منذ مدة. وقد يرجع ذلك إلى أن هذه الجينات لها وظائف أخرى في المخ. ويمكن لتحديد تلك الجينات أن يُسَلِّط الضوء على اضطرابات النوم، وبعض الأمراض النفسية، التي يدرك العلماء الآن ارتباطها بأنماط النوم شديد الاضطراب.

دَعْ الضوء يمرّ

سوف تفتح منشأة «استخدام أشعة السنكروترون في العلوم التجريبية وتطبيقاتها في الشرق الأوسط» SESAME أبوابها في الأردن مع حلول نهاية عام 2016. وسوف يقوم مسرِّع الجسيمات ـ الذي يتخذ شكل الحلقة ـ بتوليد ضوء مُرَكَّز، بغرض استقصاء المواد والبِنَى الحيوية بدقة؛ حتى الوصول إلى المستوى الذري لها. وتُعَدّ هذه المنشأة البحثية الأولى من نوعها في المنطقة، وتمثل تعاونًا نادرًا بين الحكومات، بما في ذلك إيران، وإسرائيل، والسلطة الفلسطينية. ومِن المحتمَل أن تشهد إقامة منشأة مشابهة في أفريقيا دعمًا كبيرًا، وفي يونيو القادم سوف يستخدم العلماء حِزَم أشعة سينية ساطعة في أول سنكروتون من الجيل الرابع MAX IV في لوند بالسويد. ■

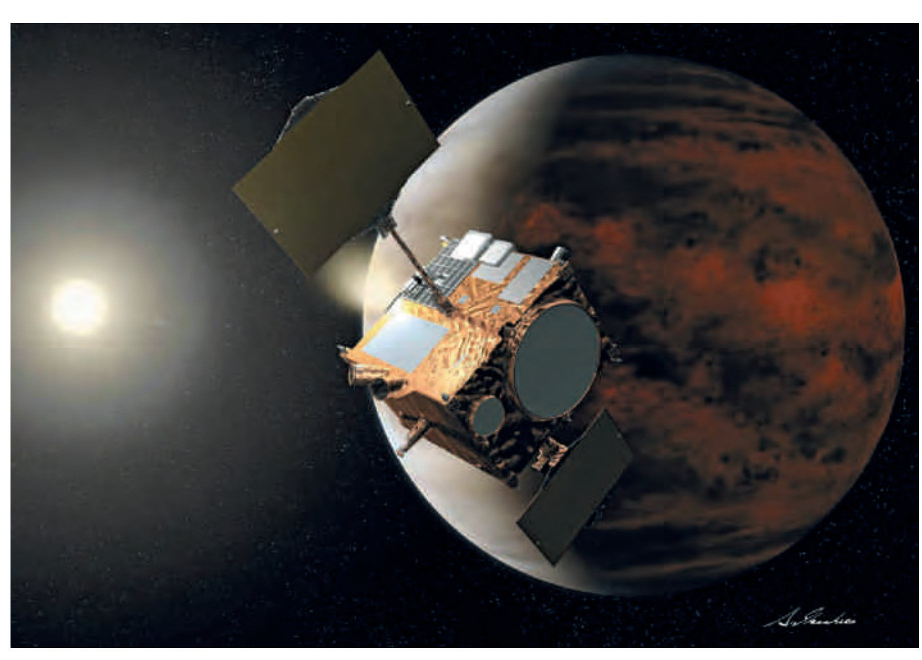
جَمَعَت هذا المقال إليزابيث جيبني



JOSH SPRADLING/THE PLANETARY SOCIETY

سوف يجري اختبار سفينة الفضاء المدفوعة بالضوء «لايتسيل» LightSail في إبريل القادم.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



قضت مركبة «أكاتسوكي» خمس سنوات وهي تدور حول الشمس.

علم الفلك

الوصول إلى مدار الزهرة

بعد خمس سنوات من محاولة فاشلة للدخول إلى مدار الكوكب، تصل مركبة «أكاتسوكي» أخيرًا إلى وجهتها.

أَلِكساندرا ويتز

وصلت المركبة الفضائية اليابانية «أكاتسوكي» إلى مدار كوكب الزهرة أخيرًا، بعد خمس سنوات من فشل محاولتها الأولى. ففي السابع من ديسمبر الماضي، وفي تمام الساعة 8:51 صباحًا بتوقيت اليابان، أشعلت مركبة «أكاتسوكي» أربعة محركات دَفْع صغيرة لحوالي 20 دقيقة، وكانت تلك الدَّفْعة الصغيرة كافية لدفع المسبار لأنْ يصل إلى مجال جاذبية الزهرة.

في البداية، كان شكل المدار لا يزال غير واضح، لكن علماء المهمة كانوا مطمئنين إلى أن المركبة قد حسّنت موقفها، ولو جزئيًّا، بعد محاولة سابقة للوصول إلى الكوكب في عام 2010، تَرَكَتْها تدور حول الشمس.

«إنها في المدار!».. قالها سانجاي ليماي، باحث في علم الكواكب في جامعة ويسكونسن-ماديسون، وأحد العلماء المشاركين في المهمة.. مُتْبِعًا بقوله: «الجميع سعداء للغاية».

خَطَّطَت وكالة استكشاف الفضاء اليابانية «جاكسا» JAXA لإعلان تفاصيل المدار الدقيقة في التاسع من ديسمبر الماضي في السادسة مساءً بتوقيت اليابان (التاسعة صباحًا بتوقيت لندن). وكان من المتوقع في أحسن الأحوال أن تكون مركبة «أكاتسوكي» قد سافرت في مدار ممتد حول الزهرة بشكلٍ أكبر مما كان مخططًا له. ويمكن للمركبة أن تدور حول الكوكب على بُعْد، أقصاه حوالي 500 ألف كيلومتر، مستغرقةً 14 أو 15 يومًا تقريبًا لإتمام دورة واحدة، لكنّ مشرفي المهمة كانوا يخططون لإشعال الدوافع مجددًا؛ لتقليص هذه المسافة إلى حوالي 330 ألف كيلومتر بحد أقصى، بحيث تكمل المركبة الدوران حول الكوكب مرة كل 8 أيام. «كانت فترة انتظار طويلة جدًّا»، حسب قول ماساتو ناكامورا، مدير مشروع الوكالة بمعهد علوم الفضاء والملاحة الفلكية في ساجاميهارا.

أُطلقت مركبة «أكاتسوكي» في شهر مايو من عام 2010 في مهمة لدراسة الغلاف الجوي دائم التغير، الخاص بكوكب الزهرة، الذي تبلغ سرعة الهواء عليه 100 متر في الثانية، أي أسرع بكثير من دوران الكوكب نفسه. تحمل المركبة الفضائية خَمْس آلات تصوير، تتراوح أطوالها الموجية ما بين الأطوال تحت الحمراء، والأطوال فوق البنفسجية؛ لدراسة خصائص الغلاف الجوي المختلفة، بما في ذلك البرق الذي يُعتقد أنه يسطع من خلال السُّحُب الحمضية لكوكب الزهرة.

«ستقوم الملاحظات الجديدة المرصودة من مركبة ‹أكاتسوكي› بزيادة واستكمال البيانات التي حصلنا عليها من مركبة ‹فينوس إكسبريس›».

كل شيء بدا على ما يُرام، حتى يوم السابع من ديسمبر من عام 2010، حين أشعلت المركبة محرِّكها الرئيس؛ لتدخل مدار الزهرة. تَرَاكَم الملح على صمام بين أحد خزانات الهيليوم، وخزان للوقود، وهو ما لم يُدرِكه مشرفو المهمة؛ فتسبب الانسداد في انكسار فوهة سيراميكية في نظام الدفع. ومن ثم، أبحرت مركبة «أكاتسوكي» نحو الشمس، بدلًا من الدخول في مدار حول الزهرة.

قضى مهندسو وكالة «جاكسا» سنوات في دراسة ما إذا كان بإمكانهم استعادة المهمة (M. Nakamura *et al*. *Acta Astronaut*. **93**, 384-389; 2014)، أم لا، حتى انتبهوا إلى أنه بموت المحرك الرئيس، أصبح مؤكسِد الوقود عديم الفائدة أيضًا؛ فألقى مشرفو المهمة 65 كيلوجرامًا من وقود المركبة في الفضاء. كان ذلك في شهر أكتوبر من عام 2011، ما جعل المركبة الفضائية أخف وزنًا وأسهل في المناورة، وهو ما مَكَّنَها من الوصول إلى المدار بقوة دَفْع أقل.

شملت خطوة اشتعال المحرك ـ وهي خطوة مهمة وأساسية ـ أربعة من الدوافع الثمانية الخاصة بالمركبة. وتُستخدم هذه المحركات الأصغر عادةً لإجراء تعديلات طفيفة فقط في اتجاه المركبة، لا تغيير مسارها. ولأن الدوافع أقل قوة من المحرك الرئيس، فقد احتاجت أن تظل مشتعلة لفترة أطول من المعتاد.

مرحلة ضبابية

على الرغم من النجاح الواضح لعملية الإنقاذ، إلا أن الانعطاف غير المتوقَّع الذي حدث في مسارها قد يتسبب في بعض المشكلات، حيث قضت مركبة «أكاتسوكي» وقتًا أطول بالقرب من الشمس عما كان مصمَّمًا في الأصل، فأصبحت أدفأ مما كان متوقَّعًا، وهو ما قد يضر ببعض مُعِدّاتها؛ ويحدّ من المهمات العلمية الممكنة على كوكب الزهرة.

وخلال السنوات الخمس التي قضتها في أعماق الفضاء القفر، قامت مركبة «أكاتسوكي» ببعض المهمات العلمية، مثل إرسال إشارات إشعاعية إلى الأرض، عبر الهالة الشمسية؛ لقياس كيفية تشتيت اضطراب الشمس للموجات الإشعاعية (T. Imamura *et al*. *Astrophys*. *J*. **788**, 117; 2014).

ويقول عضو الفريق تاكيشي إمامورا عن تلك الفترة: «كانت السنوات الخمس الماضية فترة قاسية بالنسبة لنا».

إن مركبة أكاتسوكي هي فرصة العلماء الوحيدة لرؤية الكوكب عن قرب في المستقبل القريب، إذ توقفت المركبة الفضائية «فينوس إكسبريس» Venus Express ـ التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية ـ عن العمل منذ عام مضى، بعد ثماني سنوات من الدوران حول الكوكب. يقول هوكان سيدم Håkan Svedhem، العالِم المشرف على مشروع مركبة «فينوس إكسبريس»: «ستقوم الملاحظات الجديدة المرصودة من مركبة «أكاتسوكي» بزيادة واستكمال البيانات التي حصلنا عليها من مركبة «فينوس إكسبريس»، فالنتيجة العلمية للاثنتين مجتمعتين ستكون أضخم من نتائج المهمّتين منفصلتين». وقد وضعت وكالة «ناسا» مسبارين؛ لزيارة كوكب الزهرة ضمن خمسة مسابير مرشَّحة مُدْرَجة في قائمة مختصرة، مُعَدَّة للمهمة القادمة في برنامج «ديسكفري» Discovery، ولن تنطلق قبل عام 2020.

إن وكالة «جاكسا» اليابانية لها تاريخ من الفرص الثانية المُؤثِّرة التي مرّت بها. فقد نجت مركبتها الفضائية «هايابوسا» Hayabusa من عدد من الحوادث شبه المميتة على الطريق إلى الكويكب «إيتوكاوا» Itokawa، ومنه. وفي عام 2003، بعد جهد مكثف لإنجاح المهمة، فقدت الوكالة مركبتها الفضائية «نوزومي» Nozomi المرتبطة بكوكب المريخ؛ وكان ذلك في البداية بسبب مشكلة في صمام للوقود، ثم تَسَبَّب وهج شمسي في تدمير أجهزتها الإلكترونية.

إن خطوة مركبة «أكاتسوكي» تلك هي الثانية فقط من نوعها، لإعادة محاولة إتمام مهمة في عمق الفضاء؛ جاءت الأولى في عام 2000، حين تَمَكَّنَت مركبة «ناسا» الفضائية ـ «ملتقى الكويكبات القريبة من الأرض» Near Earth Asteroid Rendezvous ـ من الدخول في مدار حول كويكب «إيروس» Eros، بعد فشل المحاولة الأولى في عام 1998. ■



أهم أحداث عام 2015

تعامَل الباحثون مع الكثير من القضايا الشائكة في عام 2015، امتدت من تغيُّر المناخ إلى أخلاقيات تقنيات تحرير الجينات. كما حققوا أيضًا اكتشافات مهمة، بما في ذلك اكتشاف جبال ثلجية فوق سطح بلوتو، واكتشاف الأدلة على غرابة ميكانيكا الكَمّ، واكتشاف التفاصيل المتعلقة بالآلات الجزيئية التي تعمل داخل الخلايا.

ARNAUD BOISSOU/COP21/ANADOLU/GETTY

الطريق إلى باريس سَلَك العالَم مسلكًا جادًّا في عام 2015 حيال تغيُّر المناخ، إذ إنه مع انعقاد قمة الأمم المتحدة للمناخ في ديسمبر الماضي بباريس، تعهدت كل من البلدان الصناعية والنامية على السواء ـ ولأول مرة ـ بالسيطرة على انبعاثاتها من الغازات الدفيئة، أو الحدّ منها.

ومع تزايد عدد التعهدات خلال العام، حتى وصل العدد إلى 184 تعهدًا بحلول موعد انعقاد المؤتمر، ازداد كذلك التفاؤل بأن تكون محادثات باريس نقطة تحول تاريخية في الجهود الرامية إلى كبح جماح الاحتباس الحراري. وقد تمخض هذا الاجتماع ـ الذي عُقد في ظل إجراءات أمنية مشددة، بسبب الهجمات الإرهابية التي شهدتها باريس في شهر نوفمبر الماضي ـ عن اتفاقية تاريخية في 12 ديسمبر، أقرّتْها 195 دولة، بحيث تُلزِم الاتفاقية معظم البلدان بالحد من الانبعاثات، والإبقاء على ارتفاع درجة حرارة الأرض عند مستوى «أقل بكثير» من 2 درجة مئوية. وفي عام 2018، سوف تقوم الدول بتقييم ما أحرزت مِن تقدُّم، ويتعين عليها مراجعة تعهداتها كل خمس سنوات، بداية من عام 2020.

كما تلقت الوفود المشارِكة في المفاوضات المعنية بالمناخ بعض الأنباء السارة المفاجئة في مطلع ديسمبر الماضي، عندما ذكر باحثون في مشروع الكربون العالمي أن انبعاثات الكربون العالمية يمكن أن تنخفض بنسبة 0.6% في عام 2015. وقد ساعدت الصين والولايات المتحدة ـ وهما أكبر مصدرين لانبعاثات الكربون في العالم ـ على بناء الزخم في الفترة السابقة لمؤتمر باريس، حيث أعلنت الصين عن نِيّتها تدشين نظام لتحديد الانبعاثات وتداولها، كما أقدم الرئيس الأمريكي باراك أوباما ـ بعد سنوات من التردد ـ على تحرك رمزي برفض إنشاء خط أنابيب «كيستون إكس إل» Keystone XL، الذي كان مقررًا أن ينقل النفط من كندا إلى معامل التكرير الأمريكية.

وحتى البابا فرنسيس، بابا الفاتيكان، أدلى بدلوه في هذه القضية، حيث أصدر منشورًا بابويًّا بشأن البيئة في يونيو الماضي، وألقى خطابات أثناء زيارته التي قام بها إلى أمريكا الشمالية في سبتمبر الماضي، حذَّر فيها من أخطار تغيُّر المناخ، ونبَّه إلى الحاجة الماسة إلى الحدّ منه. وقد أشار استطلاعان لرأي الناس في أمريكا ـ أُجريا بعد زيارة البابا ـ إلى أنه ساعد على إعطاء دفعة لقبول تغير المناخ، باعتباره من المشكلات المهمة.

هذا.. ولكن التعهدات التي قطعتها الدول فيما يخص المناخ على الأرجح لن تُبْقِي ارتفاع درجة حرارة الأرض في حدود درجتين مئويتين، أعلى من مستوياتها التي كانت عليها قبل الثورة الصناعية. ويرى كثير من العلماء أنه بعد تجاوز هذا الحدّ، سيشهد العالَم اختلالًا بيئيًّا واقتصاديًّا، نتيجة الاحتباس الحراري. ويتجاوز متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية الآن بالفعل درجة واحدة مئوية فوق مستوياتها التي كانت عليها فيما قبل الثورة الصناعية، وسيُسَجَّل عام 2015 ـ على الأرجح ـ على أنه أكثر السنوات التي تم تسجيلها احترارًا.

«بلوتو»، وغيره كانت الغلبة من نصيب الكواكب القزمة في ميدان استكشاف المجموعة الشمسية في عام 2015، حيث استقبل المجالان الصغيران لكوكب

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

احتفل الزعماء الحاضرون في مؤتمر الأمم المتحدة للمناخ في باريس باعتماد اتفاقية تاريخية بشأن الاحتباس الحراري العالمي في 12 ديسمبر الماضي.

«بلوتو»، وكوكب «سيريس» ـ وهذا الأخير يوجد في قلب حزام الكويكبات بين المريخ والمشتري ـ في عام 2015 أول زيارة لهما على الإطلاق تقوم بها مركبة فضاء. وتمخضت زيارة الكوكبين عن الكثير من الصور الرائعة التي تحبس الأنفاس.

وقد استحوذ كوكب بلوتو على الأضواء، عندما حلَّقت مركبة الفضاء «نيو هورايزونز» بالقرب منه في 14 يوليو الماضي، حيث تبيَّن أنه أشبه بأرض عجائب جيولوجية، تحتوي على جبال ثلجية، وأنهار جليدية نيتروجينية، وسهول متجمدة ملساء. وقد أصابت الجيولوجيا المعقدة التي تظهر على سطح بلوتو علماء الكواكب بالذهول، ومن ضمنهم آلان ستيرن، الباحث الرئيس في مهمة «نيو هورايزونز»، كما طرحت أسئلة مهمة حول طبيعة الشيء الذي أثار النشاط الجيولوجي الذي أنتج هذا التعقيد.

وأما كوكب سيريس، فقد جاء ظهوره على الساحة بشكل تدريجي، بداية من مارس الماضي، وذلك عندما استقرت مركبة الفضاء «دون» ـ التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» ـ في مدار الكوكب، نتيجة لقوة الجذب الخاصة به، حيث تبين أن الجرم السماوي القاتم الغني بالمياه ينطوي على عدد من الأسرار، ومن ضمنها جبل على شكل هرم، وبقع ساطعة من الملح العاكس، وغيوم ضبابية غامضة تملأ بعض فوهاته تحت أشعة شمس الصباح.

وقد استمرت مركبة الفضاء «روزيتا» ـ التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية ـ في مدارها حول المُذَنَّب «تشوريوموف جيراسيمنكو»، حيث أجرى مسبار «فيلة» ـ الذي أطلقته بعثة «روزيتا»، والذي يُفترض أنه فُقد بعد هبوط صعب فوق سطح المُذَنَّب في نوفمبر 2014 ـ اتصالًا مع الأرض في يونيو الماضي، قبل أن يلزم الصمت النهائي على الأرجح في الشهر الذي تلاه. وذكر الباحثون الذين يعكفون على تحليل البيانات التي أرسلتها روزيتا هذا العام أن الأكسجين ينساب من المُذَنَّب بوفرة، وأن شكله ـ الذي يشبه البطة الدمية ـ نتج على الأرجح عن اصطدام منخفض السرعة بين مُذَنَّبين أصغر منه حجمًا.

وقد أرسلت مركبة فضاء «مافن» MAVEN ـ وهي المركبة المسؤولة عن دراسة الغلاف الجوي والتطور المتقلب للمريخ، التابعة لوكالة «ناسا» ـ أولى قياساتها المفصلة للطريقة التي عصفت بها الرياح الشمسية بالغلاف الجوي لكوكب المريخ على مر السنين، مما أحال الكوكب اليوم إلى عالم يكاد يكون عديم الهواء. وبعد مرور 11 سنة على وصولها إلى نظام زحل، أكدت مركبة الفضاء «كاسيني» التابعة لوكالة «ناسا» أن المحيط المطمور تحت سطح قمر زحل «إنسيلادوس» يحيط بالجرم بأكمله، مما يجعله مكانًا مغريًا للبحث عن كائنات حية خارج كوكب الأرض.



NASA/JPL/SRI

أرسلت مركبة الفضاء «نيو هورايزونز» ـ التابعة لوكالة «ناسا» ـ إلى الأرض صورًا مذهلة لتضاريس «بلوتو» الغنية.

تحرير الجينات حسب الطلب

ليس معتادًا أن تتصدر إحدى التقنيات المشهد العلمي بسرعة بالغة، مثيرةً حولها كل هذه الضجة، مثلما حدث مع تقنية تحرير الجينوم «كريسبر-كاس9»، بدقتها البالغة وسهولة استخدامها، حيث إنه في إبريل الماضي، أعلن علماء في الصين أنهم استخدموا هذه التقنية لتحرير أجنة بشرية غير حية، مما أثار جدلًا بين الباحثين وعلماء الأخلاقيات الحيوية في الافتتاحيات والاجتماعات حول ما إذا كان يجوز استخدام هذه التقنية مع الأجنة البشرية على الإطلاق، حتى ولو في أغراض الأبحاث الأساسية فحسب، أم لا. وبلغ هذا الجدال ذروته في «القمة العالمية حول تحرير الجينات البشرية»، التي عُقدت في واشنطن، وجَمعت حوالي 500 من المتخصصين في الأخلاقيات الحيوية، والعلماء، والخبراء القانونيين، الذين ينتمون إلى أكثر من 20 دولة. وقد اختتم منظمو المؤتمر هذه الفعالية ببيان، جاء فيه: الأدوات ليست جاهزة بعد لاستخدامها في تحرير جينومات الأجنة البشرية المزمع استخدامها في الحمل، وذلك دون أن يلتمسوا فَرْض حظر صريح على هذا العمل لأغراض الأبحاث الأساسية.

وعلى مدى السنوات الثلاث الماضية، صارت تقنية «كريسبر» الأداة المفضلة لدى العلماء الساعين إلى تحسين الحيوانات والمحاصيل، وإلى علاج الأمراض البشرية (انظر: «هوس كريسبر»). وفي أكتوبر الماضي، حقق الباحثون رقمًا قياسيًا بتحرير جينومات أجنة خنازير في 62 مكانًا في وقت واحد، وهي خطوة يمكنها أن تساعد على إعادة إحياء مجال زراعة الأعضاء بين الأنواع المختلفة. ويمكن للتلاعب في الجينات أن يقلل من خطر التعرض لفيروسات الخنازير محتملة الخطورة، عندما يستقبل الناس أعضاء شبيهة بالأعضاء البشرية، تم نموها في أجسام خنازير. كما خضعت الكلاب والماعز والغنم أيضًا لتعديل حمضها النووي باستخدام هذه التكنولوجيا منخفضة التكلفة.

كما يمكن استخدام التقنية في استهداف الأمراض البشرية أيضًا. وسعيًا لتحقيق هذا الهدف، ضَخَّت «جوجل» ومستثمرون آخرون في أغسطس الماضي 120 مليون دولار أمريكي في شركة «إديتاس ميديسن» Editas Medicine الناشئة ـ والمتخصصة في تحرير الجينوم ـ في كمبريدج بولاية ماساتشوستس. وتخطط الشركة لاستخدام تقنية «كريسبر» في تجارب إكلينيكية في عام 2017؛ لتصحيح طفرة جينية لدى بعض الأشخاص المعاقين بصريًا.

وهناك تقنيات أخرى أكثر نضجًا لتحرير الجينوم، بدأت بالفعل تدخل المجال الإكلينيكي، حيث أعلن باحثون في المملكة المتحدة في نوفمبر الماضي عن استخدامهم نظامًا مختلفًا ـ وهو بمثابة إنزيمات تُسمى «تالينات» TALENs ـ في تحرير الخلايا المناعية البشرية، وزَرْعها ◄

هَوَس كريسبر

الأبحاث التي تستخدم تقنية تحرير الجينات "كريسبر" آخذة في التزايد، وهو ما يبدو واضحًا من ارتفاع أرقام المنشورات المتعلقة باستخدام "كريسبر".

SOURCE: SCOPUS; IMAGE: BGI

فني من معهد الجينومات الصيني BGI يحمل خنزيرًا صغيرًا، تم تحرير الجينوم الخاص به باستخدام إنزيمات «تالين» TALEN.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في طفل عمره سنة واحدة مصاب بسرطان الدم، وهو ما قد ينقذ حياته. وفي ديسمبر الماضي، أعلن علماء من شركة «سانجامو بيوساينسيز» Sangamo Biosciences ـ ومقرها في مدينة ريتشموند بولاية كاليفورنيا ـ عن أنهم سيشرعون في عام 2016 في تجربة بشرية، لاختبار تقنية قَصّ الحمض النووي لنيوكلييز إصبع الزنك؛ لإصلاح جين معيب مسؤول عن مرض الهيموفيليا.

انتصارات في مجال اللقاحات أَحَسَّ إدوارد جينر ـ الذي اختبر أول لقاح منذ أكثر من 200 سنة ـ بفخر بالتقدم الذي حدث في هذا المضمار في عام 2015، فبعد التعجيل باستخدام اللقاح المضاد لفيروس إيبولا، المسمى rVSV-ZEBOV في التجارب البشرية، تبيَّن أنه يوفر حماية شبه كاملة للأشخاص الذين حصلوا عليه فور تعرُّضهم للمرض، وذلك وفقًا للتحليل الأوَّلي لتجربة إكلينيكية مستمرة في غينيا. ويتألف هذا اللقاح من نسخة ضعيفة من فيروس يصيب المواشي، تم تعديلها وراثيًّا لإنتاج بروتين إيبولا، وقد جاء نتيجة برنامج تطوير مسرَّع، يقول الخبراء إن بالإمكان محاكاته؛ لمكافحة أمراض أخرى ناشئة.

ورغم ذلك.. جاء لقاح rVSV-ZEBOV بعد فوات الأوان؛ فلم يكن له تأثير كبير على وباء الإيبولا، الذي أودى بحياة أكثر من 11 ألف شخص في منطقة غرب أفريقيا. فقد أخذ المرض في الانحسار فعلًا، على الرغم من معاودته الظهور فجأة في ليبيريا مؤخرًا، إذ بعد أن قالت ليبيريا مرتين إنها تخلصت من هذا الفيروس، أعلنت لاحقًا عن ثلاث حالات إصابة جديدة في نوفمبر الماضي، من بينها حالة وفاة واحدة.

وقد فاز أول لقاح في العالم لمرض الملاريا بموافقة فاترة من فريق استشاري عالمي معنيّ باللقاحات في أكتوبر الماضي، بعد أن ظل حوالي 30 سنة قيد التطوير. وذكر الباحثون في إبريل الماضي أن اللقاح حقق معدَّل حماية متواضعًا بنسبة 30% في تجربة إكلينيكية، شارك فيها أكثر من 15 ألف طفل في أفريقيا. وقد أوصى الفريق بإجراء تجارب استطلاعية على اللقاح الذي يُعرف اختصارًا باسم RTS,S، تشمل ما يصل إلى مليون طفل، قبل أن يتم توزيعه على نطاق واسع.

كما نجحت لقاحات شلل الأطفال في الاقتراب من اجتثاث هذا المرض المدمِّر على مستوى العالم، حيث لم يسجل عام 2015 حتى 9 ديسمبر الماضي إلا 66 حالة إصابة بفيروس شلل الأطفال الجامح فحسب. وفي يوليو الماضي، احتفلت نيجيريا ـ وهي واحدة من ثلاث دول بجانب باكستان وأفغانستان، لم تتوقف قط انتشار هذا المرض ـ بمرور سنة كاملة، بدون حدوث إصابة جديدة بفيروس شلل الأطفال الجامح، وذلك للمرة الأولى؛ مما دفع منظمة الصحة العالمية إلى حذف اسم نيجيريا من قائمة الدول المتوطِّن فيها فيروس شلل الأطفال في سبتمبر الماضي، وهو ما يمهد الطريق إلى إعلان أفريقيا خالية من مرض شلل الأطفال مبكرًا، وذلك في عام 2017.

وأخيرًا.. اعتمدت المكسيك أول لقاح على الإطلاق لفيروس حُمَّى الضنك. وتأمل الآن شركة «سانوفي» Sanofi المنتجة للقاح ـ الكائنة في باريس ـ أن ينال اللقاح الموافقة في بلدان أخرى في أمريكا اللاتينية وآسيا.

5,154

تحقُّق رقم قياسي في عام 2015 بشأن عدد الباحثين المشاركين في ورقة بحثية واحدة.

غرابة فيزياء الكَمّ احتفل علماء الفيزياء في نوفمبر الماضي بذكرى مرور 100 عام على وضع نظرية النسبية العامة للعالِم ألبرت أينشتاين، وذلك بعقد مؤتمرات خاصة، وإصدار كتب، ونشر مجموعات أوراقه البحثية. كما تصدَّر أينشتاين أيضًا عناوين الأخبار في أغسطس الماضي، عندما قدَّم علماء الفيزياء البرهان الأشد إقناعًا حتى الآن على إمكانية حدوث ارتباط أو «تشابك» بين عنصرين من قبيل الجسيمات دون الذرية، مما يسمح لجسيم ما بالتأثير على سلوك جسيم آخر، حتى لو كان الاثنان منفصلين بمسافة كبيرة. وقد أثبت الباحثون أن بمقدورهم إنتاج تشابك قوي بين إلكترونين، بينهما مسافة قدرها 1.3 كيلومتر.

وقد اشتهر عن أينشتاين استخفافه بهذه الظاهرة، التي وصفها بأنها «تحكُّم شبحي عن بُعد»؛ لأنها كانت ـ على ما يبدو ـ تكسر قاعدة عامة تنص على أنه لا يوجد ما يسير بسرعة تفوق سرعة الضوء. وعلى الرغم من شكوك أينشتاين، فمن الممكن استخدام هذا النهج ذات يوم؛ لبناء شبكة إنترنت كمية عالية الأمان، تتمتع بالحصانة ضد قراصنة الإنترنت.

زلازل مستحَثَّة يسود اعتقاد بأن عمليات استكشاف النفط والغاز وغيرها من الأنشطة البشرية تسببت في حدوث زلازل حول العالم، من سويسرا إلى الهند والصين. وبرغم ذلك.. لم يهرع العلماء إلى فهم هذه الزلازل والاستجابة لها في أي مكان، بقَدْر ما فعلوا في ولاية أوكلاهوما، التي بدأت تسجل زيادة في النشاط الزلزالي في عام 2009، كما شهدت هذا العام أعلى مستوى لهذا النشاط الزلزالي حتى الآن. وتتعرض الولاية كل عام لزلازل تبلغ شدتها 3 درجات فأكثر مما تتعرض له ولاية كاليفورنيا، وهي البقعة الزلزالية الساخنة.

وفي إبريل الماضي، اعترف المسؤولون أخيرًا بالدور المحتمَل لصناعة الطاقة، حيث أعلنت هيئة المساحة الجيولوجية في أوكلاهوما أن آبار النفط والغاز التي تضخ مياه الصرف على أعماق كبيرة في باطن الأرض هي السبب في ذلك على الأرجح؛ إذ يتسبب حَقْن مئات الملايين من اللترات من السائل في حدوث تحوُّل في إجهادات التصدع، ويزيد من احتمالات وقوع الزلازل.

واستجابةً لذلك.. قامت لجنة مؤسسات أوكلاهوما ـ وهي الجهة التي تنظِّم عمليات التنقيب عن النفط والغاز ـ بتقليص عدد آبار التخلص من مياه الصرف في المناطق التي تشهد أعلى مستوى من النشاط الزلزالي، مما يُعتبر خطوة جديرة بالملاحظة، نظرًا إلى مدى ما تتمتع به صناعة الطاقة من نفوذ قوي في الشأن السياسي في الولاية.

تصنيف دقة البحوث تَحَوَّل الجدل حول كيفية زيادة قابلية تكرار نتائج البحوث وإعادة إنتاجها من التعبير المتزايد عن القلق إلى التحليل، فالتنفيذ في عام 2015، حيث وجد الباحثون في طائفة متنوعة من المجالات صعوبة في تكرار النتائج المنشورة، وإعادة إنتاجها على نحو مستقل؛ وذلك لدواعٍ عدة، تتراوح من تدنِّي مستوى وصف الطرق البحثية، إلى التحليل المعيب للبيانات.

وقد أعلن مشروع «القابلية للتكرار وإعادة الإنتاج: دراسات بيولوجيا السرطان» ـ الذي يتخذ من الولايات المتحدة مقرًّا له ـ في شهر ديسمبر الماضي أنه خَفَّض محاولاته لتكرار وإعادة إنتاج الأوراق البحثية الشهيرة في مجال دراسات بيولوجيا السرطان من 50 ورقة بحثية إلى 37 ورقة، وذلك بسبب ما يتطلبه هذا من تكلفة باهظة في المال والوقت.

وآتت الجهود الرامية إلى القياس الكَمِّي لهذه المشكلة ثمارها هذا العام، حيث أثبت فريق آخر لمشروع القابلية للتكرار وإعادة الإنتاج في إبريل الماضي أن حوالي ثلثي محاولات تكرار الدراسات المنشورة في مجال علم النفس باءت بالفشل. وقدَّر تحليلٌ مثير للجدل أن مبلغ 28 مليار دولار أمريكي يُنفَق سنويًّا على الدراسات الطبية الحيوية غير القابلة للتكرار وإعادة الإنتاج، وغالبًا ما يكون هذا بسبب التوثيق الرديء والمواد المعيبة.

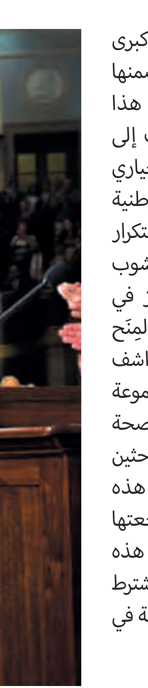


SAMUEL ARANDA/NYT/REDUX/EYEVINE

وليد عمره ثلاثة أسابيع في غينيا، كان من بين آخِر المرضى المُدرَجين في قائمة حصرت الذين أصيبوا بفيروس الإيبولا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وقد استجابت الجهات الممولة لذلك، حيث نشرت كبرى معاهد الطب الحيوي في المملكة المتحدة ـ ومن ضمنها صندوق «وِيلْكَم تراست» Wellcome Trust ـ تقريرًا هذا العام، يضع الخطوط العريضة لاستراتيجيات تهدف إلى تحسين قابلية التكرار وإعادة الإنتاج، مثل التوحيد المعياري للممارسات التجريبية. كما نشرت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية في أكتوبر الماضي مبادئ توجيهية لقابلية التكرار وإعادة الإنتاج، تقتضي من المراجعين البحث عما يشوب التصميم التجريبي من عيوب قد تتمخض عن تحيُّز في النتائج، وتطلب من مقدمي طلبات الحصول على المِنَح البحثية وصف الكيفية التي سيثبتون بها صحة الكواشف المعملية. وقد عارضت جمعيات علمية هذا العام مجموعة أخرى من المبادئ التوجيهية التي أصدرتها معاهد الصحة الوطنية الأمريكية في عام 2014، حيث اشترطت على الباحثين وَصْف تجاربهم وصفًا تامًّا، وتعللت الجمعيات بأن هذه القواعد من شأنها أن تجعل إعداد الأوراق البحثية ومراجعتها عبئًا أثقل مما يجب. كما بدأ الناشرون يدلون بِدِلائهم في هذه المسألة أيضًا، حيث بدأت حوالي 12 دورية هذا العام تشترط على باحثيها استخدام مُعَرِّفات فريدة لكواشفها المعملية في إطار حملة تقوم بها مبادرة تعيين الموارد.



PETE SOUZA/WHITE HOUSE

أعلن الرئيس الأمريكي باراك أوباما عن «مبادرة الطب الدقيق» في يناير 2015.

أضواء على التحيز ضد المرأة

اصطبغ النِّقاش حول التحيز ضد المرأة بمزيد من الطابع العلني هذا العام، مدفوعًا بالعديد من الوقائع التي سلَّطت الضوء على التعصب ضد المرأة، وإلى أي مدى ما زال متغلغلًا في الأوساط العلمية، حيث كشفت فيونا إنجلبي ـ عالمة الوراثة التطورية بجامعة ساسكس في مدينة برايتون بالمملكة المتحدة ـ على شبكة التواصل الاجتماعي «تويتر» في إبريل الماضي عن رفض دورية «بلوس وان» *PLoS ONE* ورقة بحثية ألَّفتها بالمشاركة مع زميلة أخرى، بعد أن علَّق أحد المراجعين بالدورية على الورقة بقوله إن إضافة «باحث مشارك أو اثنين» من الباحثين الذكور من شأنه أن يحسِّن التحليل. وعمدت الدورية إلى حذف اسم المُراجِع من قاعدة بياناتها، كما طلبت من المحرر الأكاديمي المسؤول عن الورقة البحثية التنحي عن هيئة التحرير.

وفي يونيو الماضي، أثار عالِم الأحياء الفائز بجائزة «نوبل» ـ تيم هانت ـ انتقادات واسعة، عندما تحدث عن «متاعبه مع الفتيات» في المختبرات. وقال هانت أثناء مؤتمر دولي للصحافة العلمية في سيول: «تقع في حبهن، ويقعن في حبك، وعندما تنتقدهن؛ يبكين». وأضاف هانت ـ الذي استقال بعد ذلك بيومين من منصبه كأستاذ فخري في كلية لندن الجامعية ـ بأنه كان يقصد إشاعة جو من المرح، وأنه نال ما يكفيه من اللوم، لكن الجامعة لم تُعِدْه إلى سابق منصبه.

وأما شهر أكتوبر الماضي، فقد حمل لنا أبرز خبر على الإطلاق من هذا القبيل، وهو الكشف عن قيام الفلكي الشهير وصائد الكواكب الخارجية جيفري مارسي بالتحرش الجنسي بعدة طالبات على مدى عقد واحد على الأقل من الزمان. وقد استقال مارسي من منصبه في جامعة كاليفورنيا في بيركلي في خضم موجة غضب علنية من زملائه في الجامعة، وفي ميدان علم الفلك بشكل عام. وتمخضت هذه القضية عن محاسبة للذات بين الجمعيات العلمية، حيث يعكف العديد منها على وضع أو إعادة تقييم سياسات تهدف إلى منع التحرش الجنسي في الاجتماعات وغيرها من الفعاليات.

1,377

عدد علماء الفيزياء الذين تقاسموا جائزة الإنجاز في الفيزياء الأساسية، التي بلغت قيمتها 3 ملايين دولار، والتي مُنحت في نوفمبر الماضي لبحوث النيوترينوات.

لقطة جزيئية مجمدة

أماط علماء الأحياء البنيوية في عام 2015 اللثام عن تفاصيل غير مسبوقة بخصوص الآليات الجزيئية في الحياة، وذلك بفضل التقدم الذي تحقق في تقنية تسمى «الفحص بالمجهر الإلكتروني بالتبريد»، حيث يستطيع الباحثون تحديد بِنَى البروتينات الخلوية بتبريدها تبريدًا سريعًا، ثم تصويرها بدرجة دقة تقارب الدقة الذرية باستخدام مجهر إلكتروني. وقد حلَّت تقنية الفحص بالمجهر الإلكتروني بالتبريد خلال السنوات الثلاث الأخيرة محل طريقة التصوير البلوري بالأشعة السينية؛ لأنها لا تتطلب تبلور البروتينات أولًا، مما يسمح للباحثين بتحليل جزيئات إضافية كثيرة.

واستطاع علماء الأحياء باستخدام هذه الطريقة أن يرسموا خرائط لأكثر من 100 بِنْيَة جزيئية بالتفصيل في عام 2015، بما في ذلك البروتيزوم (الذي يعيد تدوير البروتينات التالفة، أو غير المرغوبة)، وجسيم التضفير (الذي يقتطع أجزاء من الحمض النووي الريبي المرسال، قبل ترجمة التسلسل إلى بروتين). كما شهد عام 2015 أيضًا أوضح بِنْيَة يتمخض عنها الفحص بالمجهر الإلكتروني بالتبريد حتى الآن، وهي بنية إنزيم بكتيري مسؤول عن تكسير السكر. ويحدو الأمل الباحثين في التوصل إلى هذا المستوى من التفصيل فيما يخصّ الجزيئات ذات الأهمية الطبية.

الطب الدقيق

لطالما كان تكييف العلاجات خصيصًا ـ تبعًا لحالة كل مريض على حدة ـ هدفًا من أهداف الطب الحيوي، لكن الرئيس الأمريكي باراك أوباما أعطى هذا المجهود دفعة كبيرة بإعلانه في يناير 2015 عن «مبادرة الطب الدقيق» PMI، حيث إنه في إطار برنامج رُصد له 215 مليون دولار أمريكي، وسيقوم بتخصيص أولى مِنَحه هذا العام، ستستقطب المعاهد الوطنية لشؤون الصحة والمنظمات الشريكة مليون شخص على امتداد الولايات المتحدة، بحيث تجمع كل ما يخصّهم من معلومات وراثية، وسجلات صحية، بل وبيانات مأخوذة من الأجهزة الإلكترونية التي ترصد الصحة. وسوف يَستخدم الباحثون هذه المعلومات للبحث عن روابط بين مخاطر الإصابة بالمرض، والعوامل الوراثية والبيئية.

ألهمت مبادرة الطب الدقيق حكومات أخرى؛ لإجراء دراسات مطوَّة عملاقة خاصة بها. فمبجرد إلقاء أوباما خطابه، أعلنت ولاية كاليفورنيا عن مبادرة من هذا القبيل، رصدت لها 3 ملايين دولار، ومن المتوقع أن تدشن الصين مشروعًا واسع النطاق في عام 2016، سيستفيد من القدرة الكبيرة التي يتمتع بها البلد في مجال فك تتابع الجينوم.

كما برهنت أيسلندا في عام 2015 على ما يمكن فعله بأعداد كبيرة من تتابعات الجينوم البشري، حيث نشرت الشركة الأيسلندية «ديكود جينيتكس» deCODE genetics ـ الكائنة في ريكيافيك ـ في مارس الماضي أربع أوراق بحثية حول تحليلها أكثر من 2,600 تتابع جينوم كامل من أشخاص أيسلنديين، وهي أكبر مجموعة من الجينومات البشرية التي تعود إلى مجموعة سكانية واحدة. وقد وصف التحليل طفرات مرتبطة بداء الألزهايمر، ومعدلات الطفرات في الكروموسوم Y. ■

كتب هذا المقال: مونيا بيكر، ووين كالاواي، وديفيد كاستيلفيتشي، ولورين موريلو، وسارا ريردون، وكيرين شيرماير، وألكساندرا ويتز.



365 يومًا:
السَّنة من منظور العِلْم

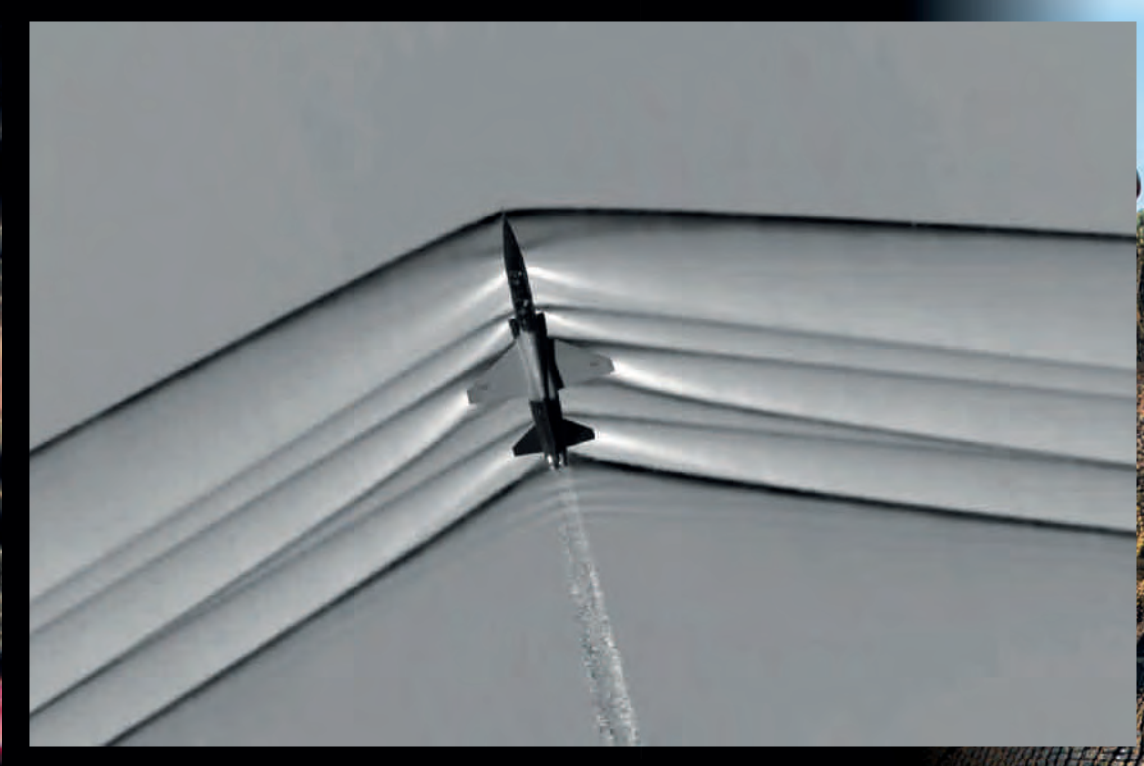
أفضل صور العام

احتل مسبار «نيو هورايزونز» الجديد ـ التابع لوكالة «ناسا» ـ العناوين الرئيسة لهذا العام، واحتل القلوب كذلك بإرساله صورًا لكوكب بلوتو (أبعد كواكب المجموعة الشمسية)، لكن علماء «ناسا» لم يكونوا وحدهم أصحاب الصور المثيرة؛ فالحيوانات المتصارعة، والموجات الصدمية أتاحت لقطات مميزة، أبعد من قدرتنا على التخيل، وخطفت أبصار فريقنا الفني.

قام باختيار الصور، كلٌّ من الفريق الفني، وفريق التصميم بدورية *Nature*.

قام بكتابة النص: دانيال كريسي.

تطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



دويٌّ يخرق حاجز الصوت

تم تصوير موجات صدمية، خَلَّفتها طائرة أمريكية نفاثة تخترق حاجز الصوت، بواسطة طائرة أخرى فوق صحراء موهافي. وقد استخدم باحثو «ناسا» تقنية تُسمى تصوير «شليرين الضوئي» Schlieren photography، التي طوَّرها ـ لأول مرة ـ في القرن التاسع عشر الفيزيائي الألماني أوجست توبلر؛ لالتقاط التغيرات في الضوء، بينما يمر جسم سريع خلال أجواء مختلفة الكثافة.

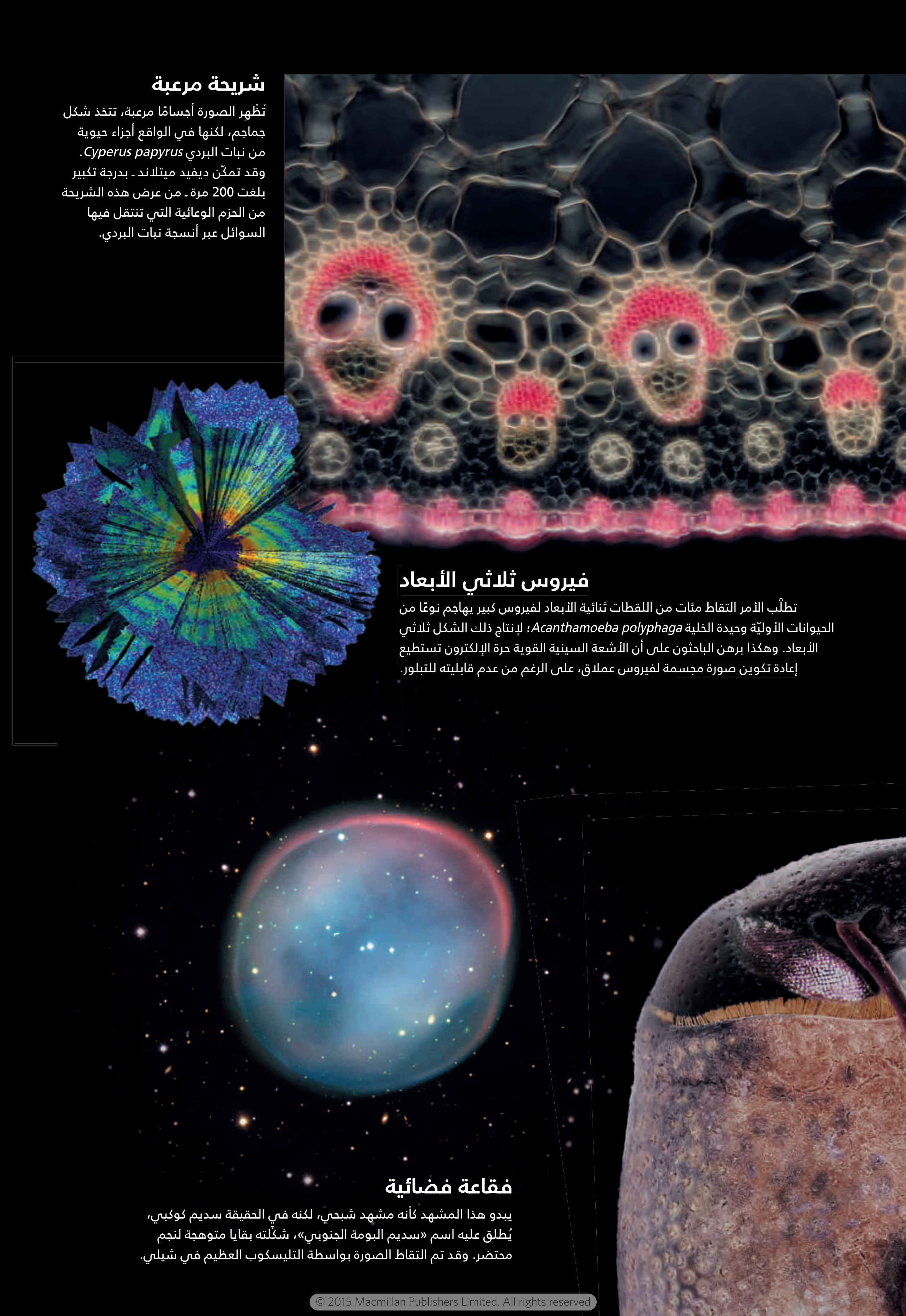
رأس السوسة

حازت هذه الصورة المفصَّلة لرأس سوسة القطن *Anthonomus grandis* على إحدى جوائز «وِيلْكَم» Wellcome Image Awards لعام 2015. وتم تصوير الرأس الدقيق باستخدام مجهر إلكتروني ماسح.



سِحْر ماجلان

قَدَّم القمر الصناعي بلانك مشهدًا جديدًا، يجمع بين سحابة ماجلان الكبرى (النقاط المظلمة، في وسط الصورة)، وبين سحابة ماجلان الصغرى (إلى الأسفل يسارًا)، وهما مَجَرَّتان قريبتان من مَجَرَّتنا «درب التبانة». واستخدمت الصورة بيانات، تم التقاطها عند موجات ميكروية وأطوال موجية دون الملِّيمتر.



شريحة مرعبة

تُظْهِر الصورة أجسامًا مرعبة، تتخذ شكل جماجم، لكنها في الواقع أجزاء حيوية من نبات البردي *Cyperus papyrus*. وقد تمكَّن ديفيد ميتلاند ـ بدرجة تكبير بلغت 200 مرة ـ من عرض هذه الشريحة من الحزم الوعائية التي تنتقل فيها السوائل عبر أنسجة نبات البردي.

فيروس ثلاثي الأبعاد

تطلَّب الأمر التقاط مئات من اللقطات ثنائية الأبعاد لفيروس كبير يهاجم نوعًا من الحيوانات الأوليّة وحيدة الخلية *Acanthamoeba polyphaga*؛ لإنتاج ذلك الشكل ثلاثي الأبعاد. وهكذا برهن الباحثون على أن الأشعة السينية القوية حرة الإلكترون تستطيع إعادة تكوين صورة مجسمة لفيروس عملاق، على الرغم من عدم قابليته للتبلور.

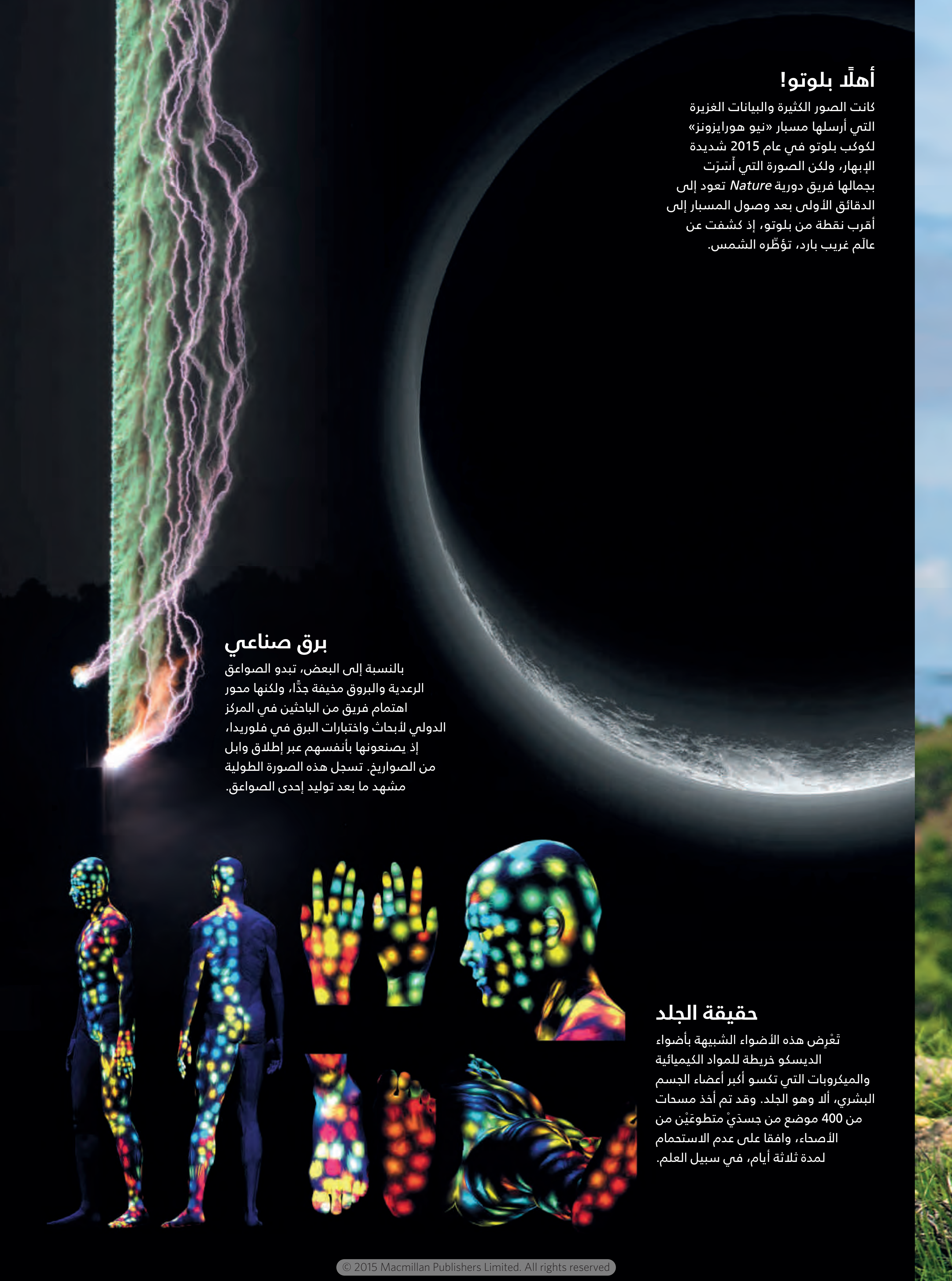
فقاعة فضائية

يبدو هذا المشهد كأنه مشهد شبحي، لكنه في الحقيقة سديم كوكبي، يُطلق عليه اسم «سديم البومة الجنوبي»، شكَّلته بقايا متوهجة لنجم محتضر. وقد تم التقاط الصورة بواسطة التليسكوب العظيم في شيلي.



صراع الزواحف

يتقاتل اثنان من تنانين كومودو؛ كبرى السحالي على وجه الأرض، في معركة وحشية؛ لفرض السيطرة على إحدى المناطق في إندونيسيا. وقد وصلت هذه الصورة إلى نهائيات مسابقة «أفضل مصوِّر للحياة البرية» Wildlife Photographer of the Year لعام 2015.



أهلًا بلوتو!

كانت الصور الكثيرة والبيانات الغزيرة التي أرسلها مسبار «نيو هورايزونز» لكوكب بلوتو في عام 2015 شديدة الإبهار، ولكن الصورة التي أَسَرَت بجمالها فريق دورية *Nature* تعود إلى الدقائق الأولى بعد وصول المسبار إلى أقرب نقطة من بلوتو، إذ كشفت عن عالَم غريب بارد، تؤطِّره الشمس.

برق صناعي

بالنسبة إلى البعض، تبدو الصواعق الرعدية والبروق مخيفة جدًّا، ولكنها محور اهتمام فريق من الباحثين في المركز الدولي لأبحاث واختبارات البرق في فلوريدا، إذ يصنعونها بأنفسهم عبر إطلاق وابل من الصواريخ. تسجل هذه الصورة الطولية مشهد ما بعد توليد إحدى الصواعق.

حقيقة الجلد

تَعْرِض هذه الأضواء الشبيهة بأضواء الديسكو خريطة للمواد الكيميائية والميكروبات التي تكسو أكبر أعضاء الجسم البشري، ألا وهو الجلد. وقد تم أخذ مسحات من 400 موضع من جسدَيْ متطوعَيْن من الأصحاء، وافقا على عدم الاستحمام لمدة ثلاثة أيام، في سبيل العلم.



جسد الجريمة

وَضَعَت هذه اللقطة الحياة اليومية للنسور الأفريقية في بؤرة الاهتمام، بتصويرها أثناء التهامها فرائسها. ورغم بشاعة المشهد، فإن العادات الغذائية للطيور تلعب دورًا أساسيًّا في الحفاظ على سلامة واتزان النظام البيئي.

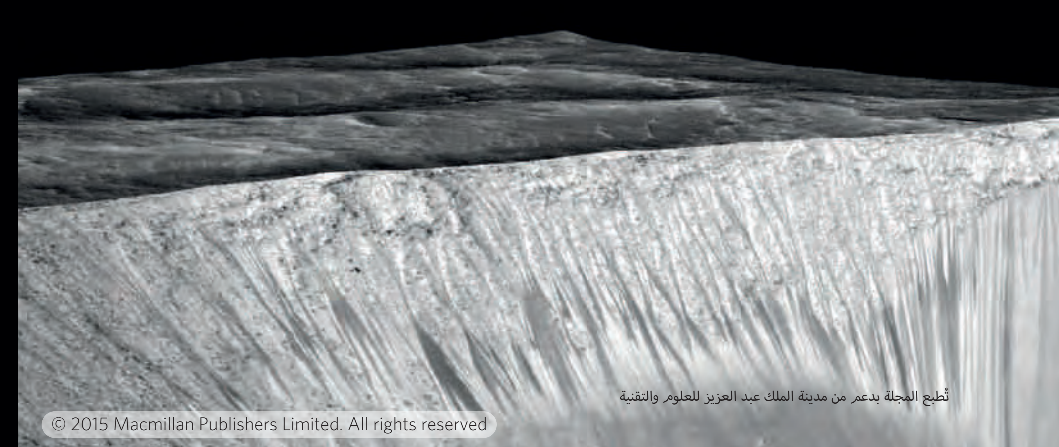


كاليفورنيا تحترق

عانت الولاية الأمريكية الذهبية على مدار الأربع سنوات الماضية من جفاف شديد. وفيما كافح كلٌّ من السكان المحليين والحيوانات البرية، للتأقلم مع لعنة الجفاف، كانت الحرائق آخِذة في الازدياد، مثل تلك التي اندلعت في أغسطس الماضي بالقرب من مدينة كليرليك.

مياه على سطح المريخ

بين حين وآخر، يكشف علماء الكواكب عن وجود الماء على سطح المريخ في أشكال مختلفة. وتكتسب هذه الخطوط الداكنة أهمية خاصة، باعتبارها دليلًا من أقوى الأدلة حتى الآن على وجود سائل ملحي على سطح الكوكب. وقد أنتجت وكالة «ناسا» هذه الصورة من خلال بناء نموذج حاسوبي لجدران فوهة «جارني»، اعتمادًا على مجموعة من الصور التي التقطها مطياف تصوير التجربة العلمية فائق الدقة.



KOMODO DRAGONS: ANDREY GUDKOV/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2015; SHOCKWAVES: NASA PHOTO; MEGALLANIC CLOUDS: ESA/PLANCK COLLABORATION; BOLL WEEVIL: DANIEL KARIKO/WELLCOME IMAGES; VASCULAR BUNDLES: DAVID MAITLAND, COURTESY OF NIKON SMALL WORLD; VIRUS STRUCTURE: TOMAS EKEBERG/UPPSALA UNIV./AM. PHYS. SOC.; SPACE BUBBLE: ESO; PLUTO: NASA/JHUAPL/SWRI; LIGHTNING: UNIV. FLORIDA LIGHTNING RESEARCH GROUP; BODY SCAN: A. BOUSLIMANI *ET AL. PROC. NATL ACAD. SCI. USA* **112,** E2120–E2129 (2015); VULTURES: CHARLIE HAMILTON JAMES/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2015; DROUGHT: JUSTIN SULLIVAN/GETTY; MARS: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. ARIZONA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



مراقِبَة المناخ

قائدة نشيطة، مهَّدت الطريق نحو اتفاق مناخ عالمي جديد.

كريستيانا فيجيريس

جيف توليفسن

بعد ساعات من اعتماد حكومات العالم اتفاق المناخ التاريخي في ديسمبر 2015، كانت الابتسامة تملأ وجه كريستيانا فيجيريس على حلبة رقص ملهى ليلي صاخب في باريس. وبوصفها قائدة اتفاقية الأمم المتحدة للمناخ، كانت قد أمضت خمس سنوات كاملة تجوب العالم؛ لحشد دعم البيئيين والشركات والحكومات، لصالح الاتفاق الذي تعهَّدت بموجبه 195 دولة بالإبقاء على الاحتباس الحراري ما دون 2° مئوية، ولكنها الآن تقود خطوات رقصة الكونجا على أنغام الأغنية الكلاسيكية «واي إم سي إيه» Y.M.C.A لفريق «فيليج بيبول» Village People.

وردًّا على سؤال عما إذا كان لديها أي شكوك على الإطلاق، ارتسمت ابتسامة على وجهها، ووضعت يديها معًا ـ كما لو كانت تصلي ـ وأشارت إلى السماء، وقالت: «النجوم ترشدنا».

وُلِدت فيجيريس في أسرة قوية سياسيًّا في كوستاريكا، ولذا.. نشأت ناشطة بطبيعتها. تولَّى والدها قيادة ثورة الجمهورية في عام 1948، وشغل منصب أول رئيس لها، وتابَع شقيقها المسيرة؛ فكان رئيسًا في التسعينات، وعملت والدتها في الكونجرس. ويشيد أصدقاء فيجيريس وزملاؤها بخروجها من منطقة الراحة الخاصة بها في كوستاريكا، واقتحامها الساحة البيئية الدولية.

تقول مونيكا أرايا، المفاوِضة السابقة لشؤون المناخ، التي أسست مؤسسة «نيفيلا» Nivela، وهي مؤسسة بحثية بيئية تتخذ من هيريديا في كوستاريكا مقرًّا لها: «في هذا البلد، كونك فيجيريس يعني شيئًا»، وتضيف: «لقد بَنَتْ حياتها المهنية بأكملها خارج بلدها، وبطريقة رائعة قوية، واختارت تغيُّر المناخ محورًا لاهتمامها».

تعزو فيجيريس نشاطها البيئي إلى انقراض نوع من الضفادع، فَقَدَتْه محمية مونتيفردي في كوستاريكا؛ فقد شاهدت إحدى هذه الضفادع عندما كانت صغيرة، ولكن بناتها لم يحظين بفرصة مماثلة. تقول: «لقد كان ذلك نداء صحوة حقيقية بالنسبة لي»، لأن انقراض الضفدع ارتبط بارتفاع درجات الحرارة. وتعقِّب قائلة: «بدأتُ أقرأ في هذا الموضوع، ولا أدري متى بدأت بالفعل أكرِّس حياتي للتغير المناخي».

في عام 1995، بعد مزاولتها لأعمال حكومية كوستاريكية داخل البلاد وخارجها، أسَّسَت فيجيريس منظمة غير ربحية في واشنطن العاصمة؛ لتشجيع دول أمريكا اللاتينية على الانخراط في اتفاقية الأمم المتحدة للمناخ آنذاك. وإلى جانب ذلك.. مثلت فيجيريس كوستاريكا، باعتبارها مفاوِضًا غير حكومي لشؤون المناخ، وهي خطوة، تقول عنها أرايا إنها ساعدت على تمهيد الطريق أمام أعضاء مجتمع مدني آخرين للانضمام إلى وفد كوستاريكا. ومع مرور الوقت، تزايد نشاط فيجيريس في الأمانة العامة لمعاهدة الأمم المتحدة، واكتسبت سمعة جيدة؛ نتيجة لإنجازاتها. وفي عام 2010، سُئلت فيجيريس ـ في مقابلة لشَغْل منصبها الحالي ـ عمَّا ستفعله فيما لو هيمن عليها رئيسها؛ فأجابت بنكتة سريعة: «حسنًا، كبداية.. سأقيله».

يقول ماركو جونزاليس، وهو صديق وزميل من كوستاريكا، كان قد ترأس سابقًا منظمة معاهدة الأمم المتحدة، التي أُسست للتخلص التدريجي من المواد الكيميائية التي تُلْحِق الضرر بطبقة الأوزون: «إنها لَمَّاحة، وذكاؤها فوق العادي، وتتمتع بحس دعابة عالٍ. إنها تأتي بالنجاح، كما لو كانت تحمله في حقيبة على ظهرها».

تَوَلَّت فيجيريس مسؤولية منظمة، ومشروع تصفه بأنه «مُهمَل عديم النفع»، بعد الهزيمة الدبلوماسية في مؤتمر كوبنهاجن للمناخ في عام 2009. وقد سبق للأمانة العامة أن أولت جل اهتمامها للحكومات الوطنية، ولكن فيجيريس وَسَّعَت دائرة اهتمامها، عن طريق التواصل مع الحكومات المحلية والإقليمية، وكذلك مع قطاع الأعمال. «إن بصماتها موجودة بقوة على امتداد المدن الكبرى، والشركات الباريسية»، حسب قول ديفيد واسكو، مدير مبادرة المناخ الدولية في معهد الموارد العالمية في واشنطن العاصمة.

استخدمت فيجيريس كافة مهاراتها السياسية؛ للمساعدة في حشد الحكومات نحو اتفاق باريس، وساعدها انتماؤها إلى بلد نامٍ على سد الثغرة بين الدول الغنية والفقيرة، وهي الثغرة التي أفشلت المفاوضات السابقة. وعلى الرغم من أن التعهدات المناخية الحالية أقل من المأمول، إلا أن جميع الدول ملتزمة الآن بمكافحة الاحتباس الحراري.

ووسط كل ذلك.. تقول فيجيريس إن الشعور بالواجب ـ الذي كان دافع والدها من قبل ـ هو دافعها، وكذلك الرغبة في حماية مَن هم أقل حظًّا، وتوسيع الفرص المتاحة أمامهم: «لقد صادف أني اخترت ساحة معركة مختلفة على المستوى العالمي، ولكن المعركة هي نفسها... وعلينا مسؤولية أخلاقية كبيرة للقيام بكل ما يمكننا فعله؛ لتحسين الوضع البيئي». ■

SCOTT EELLS/BLOOMBERG/GETTY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

محرِّر الأجِنَّة

عالِم أحياء متواضع، أثار جدلًا عالميًّا بتجربة لتحرير جينات أجِنَّة بشرية.

ديفيد سيرانوسكي

في إبريل الماضي، نشر جونجيو هوانج أول تقرير عالمي عن الأجنة البشرية المحرَّرة جينيًّا. ووضعت وسائل الإعلام التطورات السريعة في تقنيات التحرير الجيني في دائرة الضوء، وأطلقت جدلًا واسعًا حول مدى أخلاقية استخدام تقنيات مماثلة، لكن هوانج، عالِم الأحياء الجزيئية المتواضع والمهذب ـ من جامعة صن يات سِن في جوانزو ـ آثر البقاء بعيدًا عن الأضواء.

استخدم هوانج وفريقه تقنية قوية، تُعرف باسم كريسبر–كاس9 «CRISPR–Cas9»، يمكن برمجتها لتعديل تسلسلات الحمض النووي. وقد اجتاحت هذه التقنية المختبرات الحيوية في السنوات القليلة الماضية. وفي إبريل الماضي، أخبر هوانج دورية *Nature* باعتزامه تحرير جينات الأجنة، لأن هذه العملية «تستطيع الكشف عن مشكلات جينية ذات صلة بالسرطان، أو السكري، ويمكن استخدامها لدراسة دور الجينات في نمو وتطور الأجنة». ففي دراسته، عدَّل هوانج الجين المسؤول عن أحد أمراض الدم الوراثية، وهو «بيتا ثلاسيميا».

استخدم هوانج الأجنة الاحتياطية ـ من عيادات الخصوبة ـ التي لم تتطور إلى أجنة مكتملة. وتوقع أن يؤدي بحثه ـ الذي أظهر أن هذه العملية أحدثت طفرات عديدة غير متوقَّعة ـ إلى دفع الناس بعيدًا عن هذه التقنية، إلى أن تثبت سلامتها. وقال في ذلك الحين: «لقد أردنا أن نُظْهِر البيانات المتوفرة لدينا للعالَم؛ لكي يعرف الناس ما حدث حقيقةً في هذه التجربة، وأردنا أن نتفادى الجدل الأخلاقي».

وما حدث هو العكس تمامًا؛ فقد استقطب الجدل المجتمع العلمي، وشكَّل محورًا للعديد من المؤتمرات رفيعة المستوى، بما فيها قمة دولية عُقدت في ديسمبر الماضي في واشنطن العاصمة. ويُجْمِع كثيرون على أن تحرير الجينات غير جاهز بعد لتعديل الأجنة البشرية لأغراض التناسل. وهناك مخاوف من أن يتم اعتماده بشكل سابق لأوانه في عيادات الخصوبة غير النزيهة. ويجادل بعض العلماء بأنه لا حرج من تجريب هذه التقنية في المختبرات البحثية، في حين يقول آخرون إن هذا أيضًا يجب حظره؛ تحسُّبًا للانزلاق في الهاوية.

كان غياب هوانج عن النقاشات ملحوظًا، وقد رفض إجراء مقابلة معه من أجل هذا المقال، وكتب في رسالة إلكترونية: «لقد كانت ورقتنا البحثية مجرد بحث مبدئي، نبَّه الناس إلى مخاطر تحرير الجينات». يقول تيتسويا إيشي، المتخصص في أخلاقيات علم الأحياء بجامعة هوكايدو في سابورو باليابان، الذي حضر قمة الولايات المتحدة: «يبدو هوانج وكأنه يختبئ. وهذا شيء غريب، نظرًا إلى عدم وجود مشكلة أخلاقية حقيقية في بحثه. لقد أثار القضية، وأدى ذلك ـ بطريقة ما ـ إلى مناقشات حولها في القمة. وهذا شيء جيد». ويضيف إيشي قائلًا إن هوانج «عليه أن يتحمل مسؤولية مواجهة منتقديه»، ربما من خلال مناقشة حالات، قد يكون فيها الاستخدام الإكلينيكي لتحرير الجينات مفيدًا مستقبلًا.

ونظرًا إلى المخاطر، توقَّع هوانج عندما نشر ورقته البحثية أن الأمر قد يستغرق 50 سنة، أو 100 سنة، قبل أن يشهد العالَم ولادة طفل بجينات محرَّرة، وصرَّح بقوله: «مَن يدري.. فقَبْل عقد من الزمن، لم يكن أحد قد عرف تقنية «كريسبر»، ونحن لا نعرف ما يمكن أن يحدث غدًا». ■



COURTESY JUNJIU HUANG

صائد «بلوتو»

عالِم كواكب متفانٍ، وَضَعَ الكوكب القزم في دائرة الضوء.

ألكسندرا ويتز



آلان ستيرن

BILL INGALLS/NASA

آلان ستيرن، عالِم كواكب مدمن لعمله، لا ينام كثيرًا في أفضل الأحوال. وفي الأيام القليلة التي سبقت 14 يوليو الماضي ـ حين كانت المركبة الفضائية التي حلم بها وعمل عليها بجدٍّ لأكثر من ربع قرن تقترب من هدفها ـ كانت ساعات نومه لا تتجاوز ثلاث ساعات في كل ليلة.

يُعَدُّ ستيرن ـ من معهد أبحاث الجنوب الغربي في بولدر بكولورادو ـ الباحث المسؤول عن بعثة «ناسا»، المسمَّاة «نيو هورايزونز»، التي أصبحت في يوليو الماضي أول مسبار يزور «بلوتو». لقد أطلقت أزيزها من على مسافة 12,504 كيلومترات فقط فوق سطح الكوكب القزم، في طيران منخفض مصمَّم بعناية استثنائية؛ ليتمكن المسبار من التقاط صور وأطياف وبيانات علمية أخرى، وليُسطِّر عناوين الصحف في جميع أنحاء العالم.

كان ستيرن يستعد لهذا اليوم منذ 1989، عندما وضع مع غيره من الباحثين الشبان خططًا لزيارة العالَم البعيد. قدَّموا مقترحهم إلى «ناسا»، وأبقوا آمالهم حية، حتى عندما أجهضت الوكالة خططًا خاصة بمهمة «بلوتو» في عام 2000، بسبب مخاوف تتعلق بالميزانية. وبعدما أعاد الكونجرس إحياء مشروعات تمويل الفكرة، وأعادت «ناسا» فتح باب المنافسة لتقديم العروض، فاز فريق ستيرن بتصميم بسيط، سيكون من شأنه أن يحمل بعض الأدوات الرئيسة. يقول ستيرن: «كان ذلك بمثابة شعاع ليزر فائق التركيز، سيوصِّلنا إلى هدفنا».

لا يمكن وصف ستيرن بأقل من «فائق التركيز»؛ فَتَحْتَ قيادته انطلقت «نيو هورايزونز» في يناير 2006 بتكلفة 720 مليون دولار أمريكي، أي أقل بكثير من تكلفة بعثات سابقة بلغت مليارات الدولارات، وأُرسلت إلى النظام الشمسي الخارجي. لقد ارتاد أبناؤه الثلاثة المدارس الثانوية، ثم الجامعات، وتاريخ 14 يوليو 2015 مطبوع في أذهانهم. وعندما حلَّ اليوم

ملكة المواد

مهندسة كيميائية تدمِج الإلكترونيات مع الجسم البشري.

إريكا تشيك هايدن

تنقِّب جينان باو في علبة بلاستيكية على مكتبها، وتسحب بحماس عيِّنات من مواد تم تطويرها في مختبرها، لتعثر على رقاقة تكاد تكون عديمة الوزن، مصنوعة من أنابيب نانوية كربونية، يمكن أن تلتصق بمعصم مَن يرتديها، مثل لاصقة الجروح، وتراقب معدل ضربات قلبه، ثم تلتقط باو رقعة جلد اصطناعي تَستخدِم مشعرات دقيقة من أنابيب الكربون النانوية؛ للكشف عن الملمس، وتحتوي إحدى إصداراته على مواد تشبه الشعر؛ لمحاكاة دقيقة للجلد الحقيقي.

تسلِّط باو ـ المهندسة الكيميائية في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، التي تُعَدّ من مؤسسي علم الإلكترونيات العضوية المرنة الرقيقة ـ ضوء مؤشر ليزر على عينة من المواد المصنوعة من الأنابيب النانوية المستخدَمة في عديد من هذه الأجهزة، وتضحك عندما يحيد الشعاع متحولًا إلى رذاذ من النقاط الخضراء المتناثرة على الجدار، تمامًا مثلما يحدث عندما يمرُّ الضوء عبر مواد بلورية. تقول باو: «هكذا نعرف مدى انتظام بِنْيَة مادة ما».

وكثيرًا ما تكون الطبيعة مصدر إلهام للابتكارات في هذا المجال، ولذلك توضِّح باو قائلة: «إذا تَمَكَّنّا من فهم طريقة تصميم المواد بالدرجة نفسها من التعقيد؛ فسنكون قادرين على معالجة مشكلات العالم الحقيقي». ومن أمثلة ذلك الرئيسة: ابتكار أجهزة طبية يمكن ارتداؤها، أو زرعها؛ لمراقبة نسبة السكر في الدم، وإرسال إشارات حسية، وغيرها الكثير.

في العام المنصرم، انطلق التقدم نحو تحقيق هذا الهدف، وكان مختبر باو من بين المختبرات الرائدة. وفي أكتوبر الماضي، أظهر فريقها أن الجلد الصناعي يمكنه محاكاة حاسة اللمس (B. C. -L. Tee *et al*. *Science* **350**, 313–316; 2015). استلهم باحثو الجلد البشري تَسَارُع إطلاق الإشارات فيه من الأعصاب المتخصصة عند تزايد الضغط، منتِجة رموزًا يترجمها الدماغ إلى شعور باللمس. تطلبت مجسات اللمس الاصطناعية السابقة أجهزة خارجية مستهلِكة للطاقة؛ لتوليد رموز مشابهة، ولكن في مجسَّات باو، يغيّر الضغط التردد المتذبذب للدارات المجهرية المصنوعة من أنابيب الكربون النانوية؛ لتوليد النوع المناسب من الإشارات تلقائيًّا.

وعلى الرغم من أن باو تصف التصميم النهائي بأنه «بسيط»، إلا أنه كان إنجازًا كبيرًا، حسب قول بولينا أنيكيفا، العالمة المتخصصة في الوصلات العصبية البينية والمواد في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج. وتشير إلى أن باو دأبت على تطوير هذه المواد لسنوات، وأن مختبرها ـ الذي يضم نحو 40 كيميائيًّا ومهندسًا كيميائيًّا وعالم مواد ـ متعدد التخصصات بجدارة، وتقول: «إن ما صنع ذلك الإنجاز ليس مجرَّد فكرة واحدة، بل امتزجت عدة أفكار معًا لتجعله ممكنًا».

تقول باو: «أمامنا عدة سنوات من العمل الدؤوب»، وتأمل أن تساعد الكنوز التي تحتفظ بها في العلبة البلاستيكية في إحداث ثورة في مجال الرعاية الصحية يومًا ما. وتضيف: «ولكن بشكل عام.. بدأت معالم الطريق تتضح». ■

COURTESY ZHENAN BAO

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المشهود، تمكَّن ستيرن وكوكب الأرض كله من رؤية «بلوتو» عن قرب للمرة الأولى. ومن بين اكتشافاته المفضلة: جبال الجليد، التي ترتفع شاهقة إلى 4 كيلومترات، والكثبان الرملية التي تمتد متموجة على سطح الكوكب، والسماء التي تلونت بالأزرق بسبب الغيوم العالقة في الغلاف الجوي. وكان القلب الذي ارتسم على سطح بلوتو في إحدى الصور «سفير العلاقات العامة»، حسب قوله، ملهِمًا الناس في جميع أنحاء العالم للتواصل مع الكوكب القزم.

إن اندفاع ستيرن لاستكشاف العوالم الجديدة ينعكس أيضًا في تركيزه على العلاقات العامة، وفقًا لقول ديفيد جرنسبون، الباحث في معهد علم الكواكب في توسون بأريزونا، الذي يعمل مع ستيرن على تأليف كتاب عن البعثة. وقد وجَّه ستيرن دعوة إلى مجموعة منتقاة من الفنانين والكتاب وأصحاب الرؤى في مدينة نيويورك قبل شهور من موعد الاقتراب من سطح بلوتو؛ لاستشارتهم حول طرق التواصل مع عموم الناس. يقول جرنسبون: «لم يكن القلب الطريقة الاعتيادية للتواصل مع الناس».

يسعى ستيرن لتفاعل الجمهور بشغف فريد، وهو معروف ببحثه ومتابعته للتغطية الإعلامية. وحتى خلال المراحل الحرجة للبعثة، كان ستيرن يرسل «تغريداته» بغزارة، وينشر على «فيسبوك»، بينما يشرف على التصريحات الصحفية.

بعد الطيران على مقربة من سطح بلوتو، وجد ستيرن نفسه محاطًا بالدعوات الإعلامية. وفي مؤتمر لعلم الفلك في ولاية فيرمونت، تَحَدَّث لمدة ساعة، وتلقَّى أسئلة لمدة ساعة أخرى، ثم التقى بجماهير «بلوتو» لاحقًا. وقال له اثنان من الطلاب الجامعيين إن «نيو هورايزونز» كانت أفضل ما حدث في حياتهما على الإطلاق.

بعد أشهر من زيارة بلوتو، عانى بعض أعضاء الفريق من اكتئاب ما بعد الطيران، ولكن ليس ستيرن. إنه يمضي قُدمًا، كما هو معتاد دومًا، ويعمل على البيانات التي ستظل تقطر من المركبة الفضائية حتى أواخر عام 2016. كما سيستأنف العمل على بعثة وكالة الفضاء الأوروبية «روزيتا»، التي وضع عليها أداة لقياس طيف الأشعة فوق البنفسجية، وسيستأنف العمل على خطط لإرسال حمولات بحثية على مركبات فضائية شبه مدارية. وفي هذه الأيام يتاح لدى ستيرن وقت أطول قليلًا للنوم، ولكنه ليس بالكثير.

وفي أكتوبر ونوفمبر الماضيين، شغَّلت «نيو هورايزونز» محركاتها، لتضعها على الطريق؛ لزيارة جسم آخر ضمن حزام كايبر، سوف تصل إليه في يوم رأس السنة في عام 2019. يقول ستيرن إنه إذا وافقت «ناسا» على تمديد المهمة، «فأنا أتطلع لإتمام ما بدأناه». ■



علي أكبر صالحي

الدبلوماسي النووي

رئيس البرنامج النووي الإيراني ساعد في صياغة اتفاقية؛ للحفاظ على سلمية البرنامج.

ديفيد كاستيلفيكي

في 14 يوليو 2015، وقَّعت إيران اتفاقًا مع القوى العالمية الست؛ للحد من تطور البلاد النووي، مقابل رفع العقوبات الاقتصادية الدولية. وفي حال تنفيذ الاتفاقية بنجاح ـ وهو الأمر غير المؤكَّد بعد ـ فستهدأ سنوات من الصراع، بسبب مساعي إيران المزعومة لامتلاك أسلحة نووية، مما سيسمح للبلد بأن يصبح لاعبًا رئيسًا في مجال العلوم على مستوى العالم. ويعود الفضل في التوصل إلى اتفاق فعلي ـ بصورة كبيرة ـ إلى المهندس النووي علي أكبر صالحي، الذي يرأس منظمة الطاقة الذرية الإيرانية، وقد عمل بشكل وثيق مع نظيره الأمريكي، وزير الطاقة إرنست مونيز، لتسوية الجوانب التقنية للاتفاقية.

بعد أن تلقَّى تعليمه في الجامعة الأمريكية في بيروت، وفي معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، عاد صالحي إلى إيران بعد الثورة الإسلامية في عام 1979، وسرعان ما تقلَّد المناصب الرفيعة في كل من الأوساط الأكاديمية والحكومية. وبحلول العقد الأول من القرن الحالي، كان قد أصبح الوجه الدولي للبرنامج النووي الإيراني، بوصفه رجلًا من أشد المخلصين لبلاده، ووُصف أيضًا بأنه صوت العقل القادر على استمالة المفاوضين في الأوقات الحرجة.

يُقال عن صالحي إنه شخص روحاني، يثق في المرشد الأعلى للبلاد، آية الله علي خامنئي، ويحسن الإصغاء إليه، وهو واحد من القلّة القليلة الي شغلت مناصب رفيعة في كل من الحكومات المتشددة، والحكومات الليبرالية نسبيًّا.

وقد مكَّنت موهبة بناء الجسور صالحي من العمل البَنَّاء مع مونيز خلال المفاوضات، حسب قول رضا منصوري، عالم الفلك في معهد أبحاث العلوم الأساسية في طهران، والنائب السابق لوزير العلوم الإيراني. يقول منصوري ـ الذي عرف صالحي لأكثر من ثلاثة عقود ـ إنه يتمتع بفكر عقلاني منطقي عصري، يمكِّن الناس من «الاتفاق على طريقة للتحدث بها مع بعضهم البعض». ■

FABRICE COFFRINI/AFP/GETTY



جينان باو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

صوت للنساء

جوان شميلز

عالمة فلك كبيرة، عملت على إماطة اللثام عن متحرِّش جنسي بارز.

ألكسندرا ويتز

تقدَّمن إلى الأمام، واحدة تلو الأخرى. هكذا توافدت عالمات فلك شابات إلى جوان شميلز، وأسررن لها بقصص التحرش الجنسي الذي تعرضن له. سمعت شميلز ـ عالمة الفيزياء الشمسية، ورئيسة مجلس الجمعية الفلكية الأمريكية ـ الكثير من هذه القصص في الفترة ما بين عامي 2009، و2015، التي تَوَرَّط رجل بعينه في الكثير منها.

أكدت شميلز للنساء أنهن لسن وحدهن، وسألتهن عما إذا كن يرغبن في التحدث إلى أخريات ممن مررن بالوضع نفسه. وبفضل ذلك الدعم، تقدمت أربع نساء بشكاوى، وأدَّت تحركاتهن ـ التي أصبحت جماهيرية خلال العام المنصرم ـ إلى استقالة جيفري مارسي، وهو صائد كواكب معروف في جامعة كاليفورنيا في بيركلي. كانت هذه واحدة من أكثر الأحداث مأساوية في سلسلة من نزاعات المساواة بين الجنسين في الآونة الأخيرة، بما في ذلك تعليقات تيم هانت ـ الحائز على جائزة «نوبل» ـ الذي أدلى بتصريحات تقلل من شأن النساء في المختبرات.

في مجال الفلك، كانت الجهود التي بذلتها شميلز وراء الكواليس لكشف وقائع التحرش الجنسي هي التي أعدَّت الساحة لتغيُّر جذري في تفهُّم المجتمع، حسب قول ميج يوري، وهي عالمة فلك في جامعة ييل في نيو هيفن بولاية كونيتيكت، ورئيسة الجمعية الفلكية. وبعد إبعاد مارسي، بدأت نقاشات صريحة في أقسام علم الفلك في الجامعات، وغيرها من المؤسسات، حول السلوكيات غير المقبولة. تقول يوري: «دون مساعدة جوان، لا أعتقد أننا كنا سنرى هذا التغيير اللافت».

ERIKA RODRIGUEZ FOR *NATURE*

عالِم الجينوم الأثري

مفكر كبير، ساعد في تحويل الجينوم الأثري من أثر قديم إلى مادة خام للصناعة.

إوين كالاواي

في معظم تاريخها الممتد إلى 30 عامًا، تمحور علم الوراثة القديمة حول اكتشاف عينات نادرة جدًّا ـ مثل العظام والأسنان ـ تحتضن ما يكفي من الحمض النووي الصالح للدراسة. في عام 2015، أثبت عالم الوراثة السكانية ديفيد رايك أنه من الممكن استكشاف التاريخ البشري، عن طريق تتبُّع الجينوم الأثري بشكل واسع.

كشف مصنع رايك للجينوم حقائق عن الهجرات الجماعية، وانتشار الزراعة، وجذور اللغات. في نوفمبر الماضي، أبلغت مجموعته في كلية الطب بجامعة هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس عن بيانات جينوم تعود إلى 230 شخصًا عاشوا في أوروبا والشرق الأوسط على مدى الثمانية آلاف سنة الماضية، متتبِّعين تغيرات لون الجلد، والمناعة، وسمات أخرى (I. Mathieson *et al*. *Nature* http://doi.org/9rb; 2015).

في الجامعة، يقول رايك: «أعتقد أنني كنت مثاليًّا نوعًا ما؛ حيث كنت مهتمًّا بالنظريات الكليَّة الكبرى». من أجل شهادته الجامعية الأولى، حوَّل من علم الاجتماع إلى الفيزياء. وفي أثناء إعداده للثانية في الكيمياء الحيوية، أغواه علم وراثة المجموعات البشرية، وسرعان ما بَنَى سمعة جيدة، نتيجة لدِقَّته العلمية. وفي أواخر العقد الأول من القرن الحالي، أسهَم تراجُع تكلفة تحديد التسلسل الجيني والعمليات ذات العلاقة في تسهيل استخراج وتحليل الحمض النووي الأثري. أدرك رايك أنه بتحليله لجينوم أعداد كبيرة من الناس، سيتمكن من رؤية كيف أدَّت الهجرة وزواج الأقارب إلى تغيير وراثيات مناطق بأكملها.

في عام 2013، افتتح رايك مختبره الخاص المكرَّس لتحديد التسلسل الجيني للبقايا الأثرية. كان مقياسه صناعيًّا منذ اليوم الأول؛ فالعينات البشرية الأولى أتت من 66 شخصًا ممن عاشوا في ما يُعرف اليوم بروسيا، ومن ضمنهم سلالة من حضارة العصر البرونزي، يُطلق عليها اسم «يامنايا» Yamnaya. في يونيو الماضي، وصف الفريق هجرة جماعية لجماعات اليامنايا إلى أوروبا الغربية، قبل نحو 5000 سنة (W. Haak *et al*. *Nature* **522**, 207–211; 2015)، وهي ليست المجموعة الوحيدة التي ما زالت آثار الجينوم القديم الخاص بها باقية، فقد توصَّل مختبَر إسكي ويلرسليف في متحف التاريخ الطبيعي الدنماركي في كوبنهاجن إلى استنتاج مماثل (M. E. Allentoft *et al*. *Nature* **522**, 167–172; 2015).

وقد جادل فريق رايك بأن هجرة اليامنايا ربما تفسِّر أيضًا انتشار اللغات الهندو-أوروبية في جميع أنحاء أوروبا وآسيا، حالِّين بذلك لغزًا حيَّر اللغويين طيلة عقود. يحاول رايك ـ عن طريق الربط بين علم الوراثة، وعلوم أخرى ـ «أن يفعل شيئًا ربما يُحْجِم عنه الكثير من علماء الوراثة»، حسب قول ديفيد أنتوني، عالِم الآثار في كلية هارتويك في أونيونتا بولاية نيويورك. يتشوَّق رايك إلى رؤية علم الوراثة يتحوَّل إلى نقطة انطلاق لنقاشات أخرى، مثل تلك المتعلقة بإعمار القارَّتين الأمريكيتين، وفترة ما قبل التاريخ في الهند، حيث يقول: «إن استخدام الحمض النووي الأثري ـ باعتباره أداة لدراسة الماضي ـ يشبه ابتكار أداة علمية جديدة، مثل المجهر. ويمكنك بواسطته أن ترى أشياء، لم تكن قادرًا على رؤيتها من قبل». ■

STEPHANIE MITCHELL/HARVARD UNIV.

كانت النساء مرتاحات لمشاركة قصصهن مع شميلز، لأنها مرَّت بالأمر نفسه؛ ففي بداية حياتها المهنية، وجدت شميلز نفسها هدفًا لتحرشات المشرف عليها. تقول عن ذلك: «كنت معزولة جدًّا، ولم يكن لديَّ أي شخص يمكنني أن أضع ثقتي فيه». ولم تدرك ما حدث لها، إلا بعد مرور سنوات؛ وتحديدًا في عام 1991، عندما وجَّهت المحامية آنيتا هيل تهمة التحرش الجنسي إلى كلارنس توماس، وهو قاضٍ رُشِّح لرئاسة المحكمة العليا في الولايات المتحدة.

في عام 2011، نشرت شميلز في مدوَّنة على الموقع الإلكتروني للمجلس «تدوينة» عن وضع المرأة في مجال الفلك، وبعدها بدأت قصص مارسي في التوافد. تقول: «لفترة من الوقت، ظللت أحاول أن أعرف كيف يمكننا أن نتحرك إلى الأمام، حيث اتصلت بالكثير من الأشخاص الفاعلين في المجتمع؛ لمعرفة ما إذا كان هناك شيء يمكننا القيام به من أجل هؤلاء النساء».

في النهاية، برز خيار تقديم الشكاوى بموجب التشريع المعروف باسم «تايتل ناين» Title IX، الذي يحظر التمييز الجنسي في الجامعات التي تتلقى تمويلًا حكوميًّا. وفي يوليو 2014، هزَّت أولى الشكاوى بيركلي. تقول شميلز: «لم أكن على يقين من أن ذلك سيحدث».

تمَّ كل هذا العمل المكثف أثناء انهماك شميلز في حياتها المهنية في علم الفلك الشمسي. وفي يونيو الماضي، حصلت على وظيفة نائب مدير مرصد أريسيبو في بورتوريكو. وبعد أشهر، استقال المدير، تاركًا شميلز مسؤولة عن أكبر تليسكوب راديوي ـ ذي طبق واحد ـ في العالم.

تعيش شميلز الآن على بعد خطوات من الشاطئ، ما يوفر لها الراحة التي تتوق إليها في أوقات الفراغ، ولكنها تعلم أن عملها المناهض للتحرش لم ينتهِ بعد. وقد عبَّرت عن رغبتها في الضغط على الجامعات؛ من أجل الاحتفاظ بسجلات الشكاوى لوقت طويل. في معظم المؤسسات، لا توجد طريقة لتتبُّع عدد الحوادث المبلَّغ عنها ضد شخص معين على مرِّ الوقت.

تقول شميلز: «دعونا نجد سبلًا لرفع الضغط عن النساء الشابات، ليتمكَّنَّ من الاشتغال بعلومهن، أو كتابة أطروحاتهن، دون أن يتحملن كل هذا العبء الإضافي. دعونا نغيِّر العالَم». ■



ميخائيل إريمتس

موصِّل فائق

عقود من المثابرة، حاز بها فيزيائي قصب السبق في مجال نقل الكهرباء دون مقاومة.

إدوين كارتليدج

باعتباره باحثًا شابًّا في سبعينات وثمانينات القرن العشرين، أثبت ميخائيل إريمتس أنه صاحب مزاج مناسب تمامًا للحياة في معهد فيزياء الضغط العالي خارج موسكو؛ فكثيرًا ما كانت المَرافق في غاية السوء، ولكن الشاب البيلاروسي اللبق كان مستعدًّا للتأقلم، حتى ولو كرر طلب رقم الهاتف نفسه 100 مرة، لمجرد الحصول على خط يعمل. «إذا أردتُ أن أفعل شيئًا، ستجدني سعيدًا بتكراره مرات عديدة»، حسب قول إريمتس، الذي يعمل الآن في معهد ماكس بلانك للكيمياء في ماينز بألمانيا.

وقد أفاده ذلك الإصرار كثيرًا في سعيه لفَهْم سلوك المواد تحت ضغوط تقارب تلك الموجودة في باطن الأرض، وهي ظروف يحاكيها عن طريق ضغط عيِّنات صغيرة بين «سندانين» من الماس. كانت هذه التجارب مضنية ومتكررة، ولكن نتائجها لم تسبب إرباكًا أبدًا للجنة «نوبل».

في أواخر عام 2014، ألمح إريمتس وزملاؤه إلى أن كبريتيد الهيدروجين المضغوط ـ المركَّب المسؤول عن رائحة البيض المتعفن ـ يمكن أن يصبح موصِّلًا فائقًا، يسمح بتدفق الكهرباء دون مقاومة عند درجة حرارة قياسية تبلغ 190 كلفن (-83° مئوية) (A. P. Drozdov *et al*. Preprint at http://arxiv.org/abs/1412.0460; 2014). وقد نشروا أدلة قاطعة، وقاسوا درجات حرارة أعلى، وذلك في أغسطس الماضي (A. P. Drozdov *et al*. *Nature* **525**, 73–76; 2015). وقد أُشيد بهذا التقدم، باعتباره خطوة عملاقة نحو تحقيق هدف طال انتظاره، بخصوص التوصيل الفائق ضمن درجة حرارة الغرفة، والوعد ببطاقة كهربائية تتدفق دون خسائر. وقد أحدَث ذلك ضجة في أوساط الفيزيائيين، وفق قول إيجور مازن من مختبر البحوث البحرية الأمريكية في واشنطن العاصمة. لقد حققت مواد أخرى توصيلًا فائقًا في درجات الحرارة المرتفعة، ولكن الآلية التي يعمل كبريتيد الهيدروجين بها لم تحقق توصيلًا فائقًا في درجات حرارة تزيد على 40 كلفنًا.

لم تؤكد أي مجموعة مستقلة النتيجةَ حتى الآن، ولكن إريمتس يُجْري بالفعل تجارب؛ لمعرفة ما إذا كانت الهيدريدات المشوبة بالمواد الكيميائية تستطيع أن تعمل كموصلات فائقة تحت الضغط الجوي العادي، أم لا، وهي خطوة أساسية نحو الاستخدام العملي. وبعد أن أنجز معظم عمله المهم مع بلوغه الخمسين من العمر، يشعر إريمتس أنه ما زال وراءه الكثير لينجزه: «بهذا المعنى، ما زلتُ عالِمًا شابًّا في مرحلة النمو». ■

CASRTEN COSTARD/MAX PLANCK INST. FOR CHEMISTRY



ديفيد رايك

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ثورة التخمير

عالمة البيولوجيا التخليقية كسبت سباقًا شرسًا لإنتاج المواد الأفيونية باستخدام الخميرة.

إريكا تشيك هايدن



ROD SEARCEY/STANFORD ENGINEERING

في وقت مبكر من العام الماضي، كانت عالمة البيولوجيا التخليقية كريستينا سمولك في سباق محموم مع عدة مختبرات أخرى؛ لتصميم سلالة خميرة، يمكنها إنتاج المواد الأفيونية. تُعَدّ هذه المسكنات القوية أساسية في الطب، ولكن مصدرها الوحيد هو نبات الخشخاش، الذي قد تكون له فوائد، لا يمكن التنبؤ بها. كان العلماء يسعون للتوصل إلى طريقة إنتاج أكثر استقرارًا، ولكنهم واجهوا عقبة شاقة؛ إذ لم يتمكن أحد منهم من تحديد الإنزيم الذي يحوِّل المركب المسمَّى «رتيكيولين» reticuline ـ مكوِّن كيميائي أساسي للمورفين والمخدرات الأخرى ـ من شكلٍ إلى آخر.

كانت غالبية المختبرات الأخرى الباحثة عن الإنزيم تحاول استخراجه من الخشخاش مباشرة، ولكن سمولك وفريقها في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا، سلكوا نهجًا مختلفًا؛ فقد قاموا بتمشيط قواعد البيانات الجينية، بحثًا عن قصاصات تسلسل جيني، تبدو كما لو كانت مسؤولة عن عملية استقلاب الرتيكيولين. وعندما نجحوا مع عدد من أنواع الخشخاش المختلفة، طلبوا نسخة تخليقية من الجين الذي تم بناؤه حرفًا حرفًا بشكل آلِيّ، ومن ثم أدخلوه في الخميرة، ونجحت التجربة. تقول سمولك: «لقد كنت متحمسة جدًّا، وأنا فخورة حقًّا، وأشعر بالارتياح. كان ثمة شيء من بركة السيدة مريم العذراء».

مَكَّن هذا الاكتشاف مختبر سمولك من تصميم مسار، ضمَّ 23 جينًا مختلفًا من النباتات والثدييات والبكتيريا والخميرة؛ لإنتاج أول مادة مخدِّرة في العالم، مُصنَّعة بواسطة البيولوجيا التخليقية (S. Galanie *et al*. *Science* **349**, 1095–1100; 2015). وكان ذلك إنجازًا متوّجًا للعبقرية البيولوجية التي بدأت بها سمولك مختبرها الخاص في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا، عندما كانت في الثامنة والعشرين من عمرها. تحتوي خلايا الخميرة المنتجة للأفيون على مسار بيولوجي تخليقي،

مفجِّر التحيز

عالم نفساني يتعهد بتحسين قابلية الأبحاث العلمية لإعادة الإنتاج.

برندَن ماهر

عندما كان براين نوزيك طالب دراسات عليا في علم النفس التجريبي، بدأ العمل على اختبار الارتباط الشرطي، الذي يكشف عن تحيزات اللاوعي بمجرد ضغطة زر. انقر يمينًا في كل مرة يظهر فيها اسم ذُكر على الشاشة، مثلًا، ويسارًا عند ظهور اسم أنثى. يُعَدُّ هذا سهلًا، ولكن بإضافة بعض الأدوار النمطية للذكور أو الإناث، يصبح الأمر مثيرًا للاهتمام؛ فحتى أكثر العقول تفتُّحًا ستتوقف في بعض الأحيان عندما يُطلب منها الضغط على الزر نفسه لكلمة «تنفيذي/ة»، ولاسم «سوزان».

ولكونها اختبارات غنية بالمعلومات، وفيها شيء من المرح والتحدي، أقنع نوزيك في عام 1998 رؤساءه الذين طوَّروا الاختبار بوضعه على الإنترنت. حقق الأمر نجاحًا، وصار يخضع للاختبار نحو مليون شخص سنويًّا، لأغراض البحوث والتدرُّب في الشركات، ولأسباب أخرى. تقول بيتسي ليفي بالوك، المتخصصة في علم النفس الاجتماعي في جامعة برينستون بولاية نيو جيرسي: «في الحقيقة، تَنشُر هذه الاختبارات الوعي بفكرة التحيز غير الواعي».

وبالنسبة إلى نوزيك، ثمة مكوِّن ديموغرافي أساسي، ما يزال بحاجة إلى توعية بشأن تحيزه؛ يتمثل في «العلماء». ونوزيك مقتنع بأن الباحثين يتأثرون في اللاوعي بفرضياتهم، وأن هذه التحيزات يمكن رؤيتها في الممارسات الشائعة التي تشوه تفسير البيانات، مثل الاستخدام المفرط لمؤشر «القيمة الاحتمالية» *p*-value، وأن الباحثين هم سبب أساسي للأزمة التي نوقشت مرارًا حول قابلية البحوث لإعادة الإنتاج. وفي عام 2013، أخذ نوزيك إجازة من منصبه في جامعة فيرجينيا في شارلوتسفيل؛ للمشاركة في تأسيس مركز العلم المفتوح «COS»، وهو شركة غير ربحية، تطوِّر أدوات لتسهيل منهجية بحثية أفضل. وقد حقق المركز عدة إنجازات مهمة في عام 2015، وجمَع تمويلات بلغت 18 مليون دولار أمريكي، ووصل عدد موظفيه إلى 68 موظفًا. وشارك نوزيك كذلك في تأليف مجموعة من الإرشادات الخاصة بالشفافية والانفتاح، وقَّعت عليها أكثر من 500 دورية (B. A. Nosek *et al*. *Science* **348**, 1422– 1425; 2015).

وكان الإنتاج الأبرز لمركز العلم المفتوح في عام 2015 هو مشروع إعادة الإنتاج، وهو

UNIV. VIRGINIA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

شخصيات جديرة بالمراقبة

2016

فابيولا جيانوتي
المدير العام لمختبر «سيرن»
ستتولى جيانوتي مسؤولية المختبر الأوروبي، وسيسجِّل مصادم الهادرونات الكبير أرقامًا قياسية لتصادمات الجسيمات عالية الطاقة، وستتعاظم الآمال في ظهور كشْف كبير قادم.

جابرييلا جونزاليس
المتحدثة باسم مرصد مقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية «ليجو» LIGO.
إذا ثبتت صحة الشائعات بأنّ هذا المرصد قد التقط موجات جاذبية؛ فسيتأكَّد واحدٌ من أكثر التوقعات ذات العلاقة بالنظرية النسبية العامة استعصاءً على التحقق.

كاثي نياكان
عالمة بيولوجيا الخلايا الجذعية في معهد فرانسيس كريك
بمجرد أن تقدَّمت نياكان بطلب للحصول على موافقة لتحرير جينوم أجِنّة بشرية، فقد وضعت نفسها في المقدمة في مجال «كريسبر–كاس9» سريع التطور، والمثير للجدل.

ديميس هاسابيس
عضو مؤسِّس في شركة الذكاء الاصطناعي ««ديب مايند»
يحيط فضول شديد بما ستتمخض عنه جهود هاسابيس، الساعية للجمع بين علم الأعصاب، والذكاء الاصطناعي في الشركة التي تملكها «جوجل».

يانج وي
رئيس المؤسسة الوطنية للعلوم الطبيعية في الصين
سيكون يانج شخصية مؤثرة في هذه الوكالة الصاعدة، التي تهتم بالبحوث الأساسية، بالتزامن مع اتخاذ الصين خطوات لإصلاح أنظمة، ووضع خطة خمسية جديدة.

هو الأكثر تعقيدًا حتى الآن، ويشكل نقطة تحول كيف يمكن للهندسة أن تحوِّل الميكروبات خطوة فخطوة إلى مصانع لإنتاج المخدرات. يقول يانس نيلسن، عالم البيولوجيا التخليقية في جامعة تشالمرز للتكنولوجيا في جوتنبرج بالسويد: «سيؤثر هذا بشكل كبير على قدرتنا المستقبلية على إنتاج المزيد من المواد الكيميائية باستخدام تقنيات حيوية».

أثارت تغطيات إخبارية كثيرة للعمل مخاوفَ حول قدرته على تعزيز سبل جديدة، تسهِّل تصنيع المخدرات غير المشروعة، وطالب بعض العلماء بقوانين مشددة أكثر ضد هذا المَدّ، بينما أشارت سمولك إلى أن القوانين السارية تقيِّد إنتاج وتوزيع المخدرات بالفعل؛ فأي مختبر يرغب في العمل على سلالة الخميرة التي أشير إليها في بحثها، يجب أن يكون مُجازًا من قِبَل إدارة مكافحة المخدرات الأمريكية مثلًا، وحتى الآن لم يطلب أحد هذه السلالة.

وفي محاولة لنقل النِّقاش إلى أرض الواقع، قامت سمولك وزوجها درو إندي ـ من قسم البيولوجيا التخليقية في ستانفورد ـ وزميل آخر بمحاولة لتخليق المواد الأفيونية باستخدام سلالة مختبرها، ومعدات قياسية لصنع البيرة (D. Endy *et al*. Preprint at bioRxiv http://doi.org/9t2; 2015)، ولم ينتج عن التجربة سوى كمية ضئيلة من الريتيكولين، ولم تنتج أي كمية من الثيبايين thebaine، المركَّب الثانوي الذي يُستخدم لتخليق الأدوية التجارية، مثل أوكسيكودون، وأوكسيمورفون، مما يشير إلى أنه سيكون من الصعب على المعدّات تصنيع البيرة المنزلية العادية، ولكن يجب البدء بتصنيع هذه المستحضرات الصيدلانية. (يلفت البحث النظر إلى أنه ـ حسب تقييم الباحثة لعملية التخمير ـ كانت البيرة الإنجليزية «مقبولة»).

شاركت سمولك في تأسيس شركة «أنثيا» Antheia ـ ومقرها مدينة بالو ألتو ـ لإنتاج العقاقير الأفيونية باستخدام الخميرة تجاريًّا. ويتوقع المتخصصون في هذا المجال أن المزيد قادم، لكن بعض المراقبين يتحفظون. يقول إيان جراهام ـ عالِم الأحياء النباتية في جامعة يورك بالمملكة المتحدة ـ إنه سيكون من الصعب التغلب على الخشخاش، «حيث إن النباتات تفي بالغرض بشكل جيد جدًّا، وستكون الحجج لسلوك طريق البيولوجيا التخليقية غير مقنِعة».

وبالنسبة إلى سمولك، ليس الهدف هو مجرد تقليد النباتات، بل هندسة مواد أفيونية بلا آثار جانبية، كإدمانها. قد يبدو مظهر سمولك بسيطًا وهي تجلس في مكتب في محيط حضانة أطفال في مدينة بالو ألتو ـ مرتدية الجينز، وحذاء رياضيًّا رمادي اللون ـ في لقاء مع الشركاء المؤسسين لأنثيا، ولكن يظل الإصرار الذي دفع بها إلى قمة مجدها ملموسًا. إن إنجازات عام 2015 بالنسبة لها هي مجرد شوط واحد في طريق فهم وتطوير المواد الأفيونية، التي تُعَدّ إحدى أكثر المواد الكيميائية الطبيعية تعقيدًا. تقول سمولك: «إنها طريقة فعالة جدًّا أن نستمد الإلهام من الطبيعة، ونذهب إلى ما هو أبعد بكثير». ■



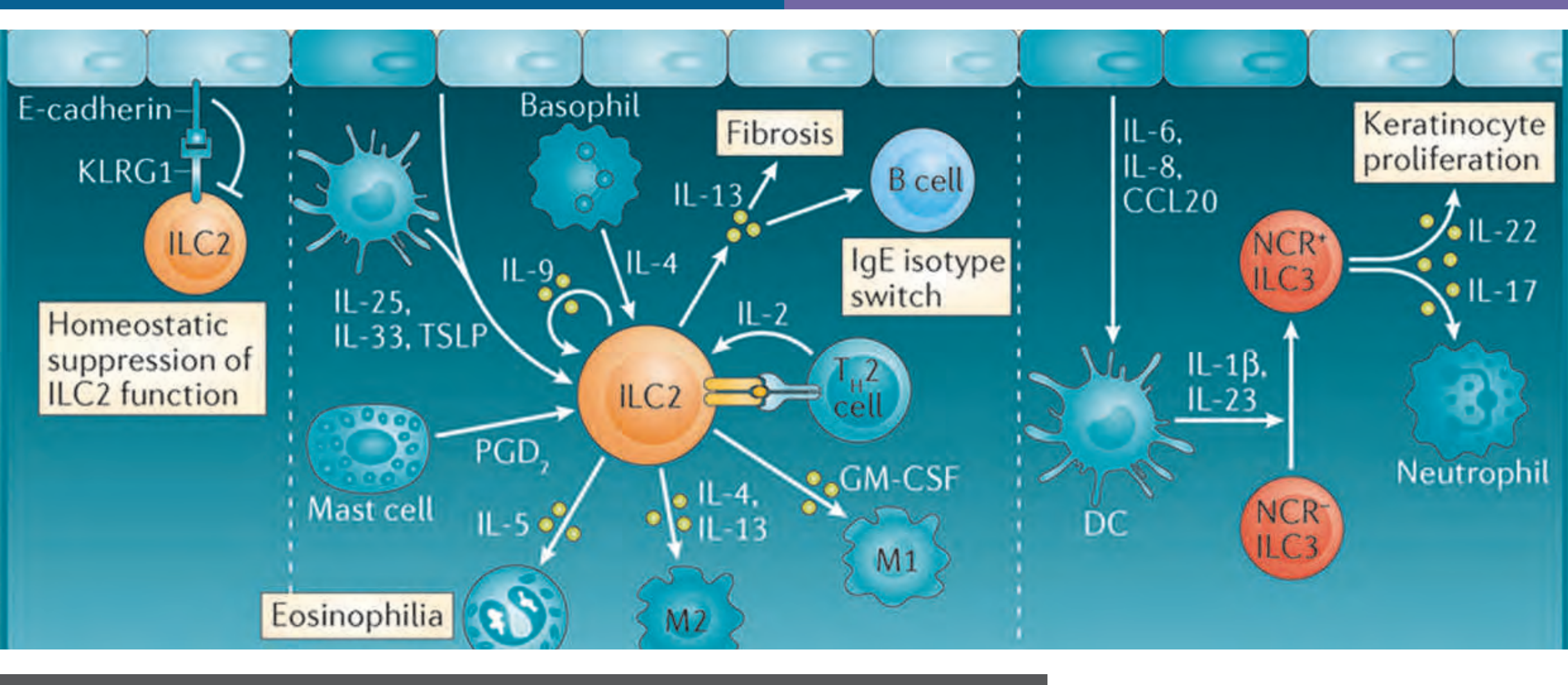
محاولة طموحة لإعادة اختبار النتائج المهمة التي تمخَّضت عنها 100 ورقة بحثية في علم النفس (Open Science Collaboration *Science* http://doi.org/68c; 2015). ويُعَدّ إجراء المشروع «قرارًا شجاعًا للغاية، اتخذه نوزيك»، حسب قول دوروثي بيشوب، المتخصصة في الطب العصبي النفسي في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، لأن فشله ـ إذا حدث ـ قد يشوه سمعة الحقل برمّته. وفي النهاية، لم يتمكنوا من إعادة إنتاج 61 نتيجة، لكن الإنجاز ككل استُقبل بصورة جيدة، وهو الأمر الذي جعل العديد من علماء النفس يشِيدون بدبلوماسية نوزيك الحذرة، وطريقته في القيام بما يستطيع فعله.

يحثُّ نوزيك الباحثين على تَبَنِّي ممارسات، من شأنها تحسين قابلية الأبحاث لإعادة الإنتاج، بما في ذلك التسجيل المسبق للدراسات، وتتبُّع النتائج بشفافية، ونشرها، سواء أكانت إيجابية، أم سلبية. وهذا سيُحدث تغييرًا ثقافيًّا جذريًّا، كما تقول بيشوب، التي بدأت في تطبيق الأنظمة التي طوَّرها «مركز العلم المفتوح» في بحثها الخاص. وتعلِّق على ذلك قائلة: «هذه الأنظمة تستدعي بالفعل عملًا أكثر بكثير؛ إذ يجب أن توثِّق خطواتك، وأن تحقق منها باستمرار، فالتريُّث ليس بالأمر السيِّئ».

ويُفترَض في مشروع إعادة الإنتاج الثاني ـ الذي يركِّز على نتائج أبحاث بيولوجيا السرطان ـ أن يبدأ بالإعلان عن نتائجه خلال العام الجاري. يقول نوزيك إن المفاوضات جارية بشأن مشروعات مماثلة في علوم البيئة وعلم الحاسوب. يقول نوزيك: «لا أحد يعمل دون تحيُّزٍ على الإطلاق»، بدون أن يستثني نفسه. ويتابِع بقوله: «إنني أحاول التحلِّي ببعض التواضع، والوعي بأنِّي مُعَرَّض لانتهاج هذه السلوكيات، مثل أيّ شخصٍ آخر». ■

nature immunology





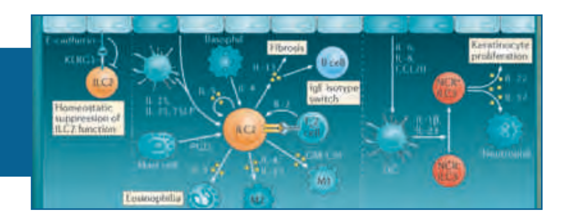
Poster on Innate lymphoid cells

Innate lymphoid cells (ILCs) are a recently described family of lymphoid effector cells that have important roles in immune defence and tissue remodelling. They have been categorized into three groups (ILC1s, ILC2s and ILC3s) based on their cytokine production and transcription factor expression. These groups have been proposed to represent 'innate' homologues of effector T cell subsets. Unlike effector T cells, ILCs are not activated by antigen, but respond to stress signals, microbial triggers and the cytokine milieu. Dysregulation of ILCs can contribute to various immune pathologies and autoimmune diseases.

This poster provides a visual summary of our current understanding of the development, classification, plasticity and functional diversity of ILCs.



Available to download free online
nature.com/posters/ilcs/



Produced with support from





تعليقات



ILLUSTRATIONS BY DAVID PARKINS

لماذا نُحَضِّر المركَّبات الكيميائية؟

يتفكر **فيليب بول** في الأسباب العديدة التي تدفع الكيميائيين إلى تحضير الجزيئات، ويدلي برأيه فيما يمكن أنْ نربحه، أو نخسره، حينما يتوقف الكيميائيون عن التحضير.

لماذا يُحَضِّر علماء الكيمياء الجزيئات؟ الإجابة الواضحة ـ والحقيقية ـ عن هذا السؤال هي أنهم يفعلون ذلك، لأننا نحتاج إلى ما يُحَضِّرونه. وهذا هو السبب في كون التركيب الكيميائي مجالًا مفعمًا بالحيوية والنشاط، وسيظل كذلك؛ لكي يمدّنا بالأدوية، والمواد، والسلع التي يتطلبها القرن الواحد والعشرون. وكل عام جديد يأتي مصطحبًا معه غلة وافرة من ثمار التركيب الكيميائي. ففي عام 2015 وحده، نَشَر علماء الكيمياء طريقة جديدة سلسة لتحضير عقار «باكليتاكسيل» paclitaxel المضاد للسرطان (تاكسول)[1]، كما نشروا أساليب حديثة لتحضير «حمض النوديليسبوريك» nodulisporic، الذي يمكن استخدامه كمبيد حشري[2]، كما نشروا ـ في هذه الدورية ـ أساليب لتحضير مركَّب شبه قلوي، مضاد لفيروس نقص المناعة المكتسبة[3].

وثمة أسباب لتحضير الجزيئات التي لا تربطها صلة بالأغراض النفعية التي سبق ذكرها، فقدْ يرغب كيميائي ما أن يثير أسئلة نظرية، من قبيل: «ما هي العناصر المُركَّبة منها رابطة ما؟» ولربما يسعد كيميائي آخر بالأشكال والهيئات العديدة التي يمكن أن تتخذها المركَّبات، ويدفعه فضوله لتحضيرها. وتَعَدُّد الأغراض هذا هو ما ينبغي أن يكون عليه الحال؛ إذ إنه يوجد في أصل الدوافع التي تحثّنا على بناء المركَّبات ذلك الإيمان العميق الذي يُمْكِننا المجادلة بأنه يميز الكيمياء عمّا عداها من العلوم، وهو الاعتقاد بأن هناك فنًّا في عملية التحضير، يستحق أن نرعاه، ونعتني به لِذَاته فحسب.

يتضمن التركيب الكيميائي أشياء عديدة، منها ـ على سبيل المثال ـ التعديل الطفيف في بِنْيَة جزيئية معروفة سلفًا، لكي نتحصل منها على مادة جديدة. ولطالما كان يُنظر إلى التحضير الكلي ـ أي البناء الكامل لجزيئات مركَّب، مصدرها عادةً هو الطبيعة من كواشف معملية بسيطة ـ على أنه قمة هذا الفن، وخلاصته، إلا أن هناك مَن يقولون إن عصر المشروعات الضخمة التي تهدف إلى بناء جزيئات معقدة آخِذ في الأفول، حيث إن هذه الطرق الطويلة وباهظة التكلفة قد تنتج عنها ـ في نهاية المطاف ـ كميات بالغة الضآلة من المركَّبات ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المستهدفة. كما أنه توجد في وقتنا الحاضر طرق أوتوماتيكية لتجميع الجزيئات، ولربما انتهى بنا المطاف إلى زمن، يتم فيه التخطيط لتحضير المركَّبات بطريقة أوتوماتيكية أيضًا. وبالتالي، هل ستصبح طرق التحضير المعقدة للمركَّبات التي يتم إعدادها حسب الطلب أمرًا نادرًا، مثل ندرة الكتب المخطوطة في عصر أجهزة القراءة الإلكترونية، والطباعة تحت الطلب؟ وإذا ما تم تحويل تحضير المركَّبات من فن إلى أمر روتيني، هل ينبغي على الكيميائيين أن يقلقوا؟

عادةً ما يعاود الكيميائيون ـ من حين إلى آخر ـ الجدال ـ الذي لا يطيقونه ـ حول ما إذا كان التحضير الكلي للجزيئات يمر بمرحلة الاحتضار، أم لا. ويتميز هذا الجدال في العادة بالكثير من حرارة الانفعال، وبقليل من ضوء الاستنارة والتعقل؛ إذ إن هذا الجدال خاطئ من أساسه. فالطرق والدوافع المتعلقة بمجال الكيمياء تتطور بسرعة، ولذا.. ينبغي علينا أن نركِّز على الكيفية التي يستجيب بها مجال تحضير المركَّبات لهذا التطور. فهذه الاستجابة قد تكون مدفوعة ـ بصورة جزئية ـ بدوافع واقعية عملية، إلا أن تحضير المركَّبات ينضوي على أبعاد تربوية ـ كما هو الحال في المجالات العلمية الجوهرية ـ وكذلك أبعاد جمالية، لا بد من وضعها في المعادلة.

هناك أسباب عديدة وراء بناء المركَّبات المعقدة، عن طريق التحضير الكلي. فقبل قرن من الزمان، كان الهدف من مثل هذه العملية هو التعرف على البِنْيَة الجزيئية، كما يوضح لنا مثال البحث الكلاسيكي الذي قام به روبرت روبنسون في تحضيره لمركَّب «ستريكنين» strychnine في أربعينات القرن الماضي.. فإذا ما استطعت التعرف على ما يحدث في كل خطوة منفردة؛ فإنك تستطيع حينئذ معرفة شكل المنتج النهائي، إلا أن هذا الدافع قد اختفى في وقتنا الحاضر، بفضل التقدم الذي أُنجز في مجال تحليل البِنَى الجزيئية، خصوصًا في مجال علم البلورات، والتنظير الطيفي بالرنين المغناطيسي النووي.

أحد الأهداف الأخرى لتحضير الكيميائيين للمنتجات الطبيعية هو احتواؤها على خصائص مفيدة، إذ إن تكلفة تحضير جزيء ما من مكوناته الأساسية قد تقل عن تكلفة الاستخلاص المعقَّد للمركب ذاته من كائنات حية نادرة. فمثلًا.. التحضير الكلي لصبغة «النيلة» في سبعينات القرن التاسع عشر، الذي أدى إلى انهيار زراعة نبات الإنديجو، يصلح كمثال تاريخي مناسب للغاية للتدليل على صحة ما سبق.

وفي الوقت الحالي، لا تزال غالبية الأساليب التركيبية الخالصة لإعداد المنتجات الطبيعية المعقدة عسيرة، بحيث لا تَنظر إليها صناعة الأدوية على أنها ذات فائدة في حد ذاتها. وحتى التحضير الكلي لمركَّب عقار «باكليتاكسيل» في عام 1994، الذي استُقبل بحفاوة، لم يُتوقع منه أن يقود إلى طريقة تجارية لتحضير الدواء (يُصَنَّع هذا المركَّب الآن بطريقة شبه تركيبية من مركَّبات أَوَّلِيَّة طبيعية، أو عن طريق التخمير)، لكن التحضير الكلي لمنتَج طبيعي قد يمكِّن الكيميائيين من الحصول على مشتقات غير طبيعية، قد تكون لها تأثيرات دوائية، كما هو الحال مثلًا في اكتشاف المضادات الحيوية الجديدة.

يقال كذلك إنّ التمرُّس في معرفة أساليب تحضير المركَّبات ـ الذي يتطلَّبه إعداد المركَّبات الطبيعية المعقدة من مكونات أولية ـ يمدّ الطلبة بالمهارات العملية التي يحتاجها العمل في مجال الصناعة. وينمِّي تحضير المركَّبات كذلك من فَهْمنا للقواعد الأساسية للكيمياء، مثل كيفية حدوث التفاعلات، وسببها، والعلاقات بين شكل الجزيء ووظيفته، وما إلى ذلك. كما أن المقدرة على تحضير الجزيئات تظل عنصرًا أساسيًّا من عناصر تدريب الجيل القادم من علماء الكيمياء، وهو عنصر أساسي في قلب هذا المجال. وقياسًا على ذلك.. فإن ضَعْف فنان ما في مهارة الرسم لا يجعله فنانًا رديئًا بالضرورة، إلا أنه يظل محدود الإمكانيات.

ربما كان ما سبق هو سبب نجاح الكيميائيين الماهرين في تحضير المركَّبات في الحصول على الوظائف في مجال صناعة الأدوية، لكن الأمر الأقل وضوحًا هو ما إذا كان السبيل الوحيد لاكتساب هذه المهارات هو مصارعة البِنَى الجزيئية بالغة التعقيد. وبالفعل، يجادل ديريك لوي ـ الذي يعمل في شركة «فيرتيكس فارماسوتيكالس» Vertex Pharmaceuticals في مدينة بوسطن بولاية ماساتشوستس ـ بأن شركات الأدوية لا تقدِّر المهارات التركيبية لذاتها فحسب، بل تُقَدِّر كذلك المقدرة المرتبطة بها على حل المشكلات في زمن وجيز، والمقدرة على التعايش مع الإحباطات التي لا مفر من حدوثها؛ لأن غالبية الأدوية ـ مثل التفاعلات الكيميائية ـ لا تنجح قبل أن يُجرى عليها عدد كبير من التعديلات.

ويطرح جورج وايتسايدس ـ الذي يعمل في جامعة هارفارد بكمبريدج في ماساتشوستس ـ مشكلة مختلفة، إذ إنه قلِق من أنْ يتم تدريب طلاب الدراسات العليا الأمريكيين على تحضير المركَّبات العضوية، بينما يوجد العدد الأكبر من الوظائف في هذا المجال في الصين، وهو الأمر الذي يعرِّض هؤلاء الطلاب لخطر التدريب على أداء وظائف قد تكون غير متاحة لهم بالمرة. وحسب وجهة النظر هذه، لا يعدو بناء الجزيئات كونه تقنية تصنيع أخرى، وإذا ما تَيَسَّر القيام بها بتكلفة أقل في مكان آخر، فمن الأفضل ألا تتم حتى محاولة التنافس، بل تجب الاستفادة من هذه المصادر الخارجية فحسب.

> **«وكما هو الحال مع مجال العمارة، تُعْنَى الكيمياء بالأناقة في التصميم، وفي التنفيذ كذلك».**

وعلى كل حال، يظل مدى الانتفاع من المهارات والمنتجات التي يقود إليها التركيب الكيميائي واحدًا من الحجج التي تُساق للتدليل على أهمية هذا المجال.

والكيميائيون التركيبيون العظام الذين عملوا في النصف الثاني من القرن العشرين ـ من أمثال روبرت وودوارد، وإلياس خوري ـ لقوا الحفاوة والتقدير؛ ليس فقط بسبب ما تمكَّنوا من تحضيره من مركَّبات، بل أيضًا بسبب الكيفية التي أفلحوا بها في تحضير هذه المركَّبات، والطريقة التي صقلوا بها هذا الفن. ويجادل وودوارد[4] بأن الجاذبية الفنية هي جزء أصيل مما قام به، قائلًا: «التحدي الفريد الذي يطرحه التركيب الكيميائي للخيال الإبداعي وللأيادي الماهرة يضمن بقاءه، طالما ظل الإنسان يكتب الكتب، ويرسم اللوحات، ويصنع الأشياء الجميلة، أو المفيدة أو التي تجمع الحُسْنَيَيْن».

هذه الأفكار هي جزء أصيل من جاذبية هذا المجال. والعلامات الفارقة في مجال التركيب يُعاد الحديث عنها بتعبيرات بطولية، ويتم تفحُّص مساراتها خطوة بخطوة، باعتبارها أمثلة للاستراتيجيات الجذابة. وعادة ما تُعقد المقارنة بين هذا المجال، ولعبة الشطرنج. ويُنظَر إلى النصر فيه على أنه نجاح للأسلوب الفردي. وقد قام فريق من خبراء التحضير الكلي مؤخرًا بإنصاف مجهوداتهم بقولهم[5] إنّ هذا المجال «يتطلب الفضائل التالية من ممارسيه، كما إنه يدفعهم إلى التميز فيها، وهي: الإبداع، والحس الفني، والمهارات التجريبية، والإصرار، وشخصية الفرد. والطبيعة المزدوجة لهذا المجال ـ كعلم دقيق، وفن راق ـ تثير الوجدان بشكل مبْهر». والهياكل الكربونية المزركشة ـ التي ما تزال تزين صفحات دوريات الكيمياء ـ عادة ما تُقدَّم بتأنق مبدع.

فن البناء

على الرغم مما سبق، يشعر بعض الكيميائيين أن التحضير الكلي لمركَّبات طبيعية معقدة أصبح في الوقت الحالي مجرد تسلق للقمم، بسبب إغرائها، لا أكثر، وهو سباق عديم الجدوى للوصول إلى القمة، وعادةً ما يتم كسبه بالقوة الشرسة. ويُطْلِق لوي على هذه الحالة «أسلوب الهجوم بالموجة البشرية» لتصنيع مركَّبات طبيعية مهولة. ويتندَّر لوي على هذا الأسلوب بأنه ينتهي إلى هيئة أوراق علمية تنشر تحضير جزيء لا يهتم به أحد، ويضيف: «يتم بناؤه بطريقة نعرف أنها ناجحة على الأرجح، باستخدام تفاعلات يعرفها جميع الناس سلفًا».

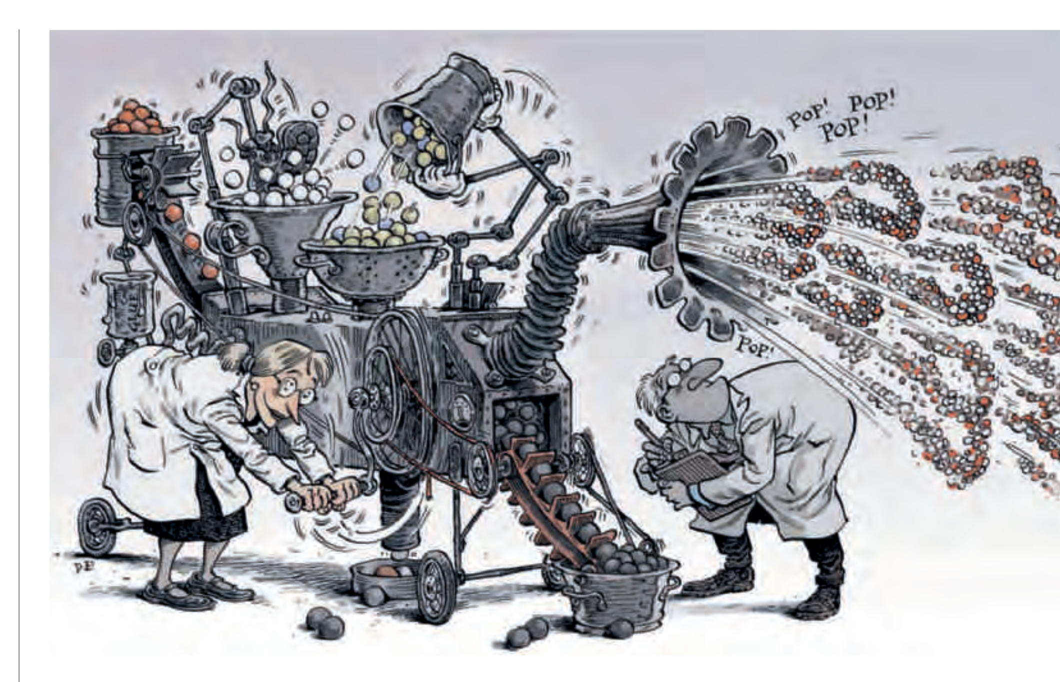
كما يجادل لوي أيضًا بأن الكيمياء المفيدة ـ من قبيل الوصول إلى طريقة مبتكرة لتكوين الروابط ـ لا يتم اكتشافها في مثل هذه الأبحاث، إلا فيما ندر؛ ويرجع ذلك جزئيًّا إلى احتدام التنافس في هذا المجال، إذ ما مِن أحد سوف يكلف نفسه عناء البحث عن طرق مختصرة ذكية، إذا ما كان بمقدوره أن يسلك المسارات الممهدة المألوفة. وحينما يصبح منتَج طبيعي مهول وبالغ التعقيد هو جبل «إيفرست» الثاني، الذي يتحدى الكيميائيين لصعوده، ستتم التضحية بالأناقة والجاذبية في سبيل السرعة، وبالابتكار في سبيل عدم إضاعة وقت طلاب الدراسات العليا، حسب قول لويل.

على الطرف الآخر من هذا الجدال، يردّ المدافعون عن التحضير الكلي بأن سباقات الأولوية والتفاخر ـ بمَن يستطيع أن يبني أصعب المركَّبات في أسرع وقت ـ أضحت أقل شيوعًا في الوقت الحاضر. ولم يعد الهدف هو مجرد بناء البِنْيَة الجزيئية المستهدفة فحسب، بل أن يكون بناؤها بطريقة جيدة وملائمة. فعلى سبيل المثال.. يبحث الكيميائيون عن الطرق التي تقتصد في استهلاك الذرات (وتنتج عددًا أقل من النواتج الجانبية والتفاعلات الثانوية)، كما يبحثون أيضًا عن المسارات التركيبية المستدامة والصديقة للبيئة. وقد عبَّر عن ذلك ستيفن لي، الذي عمل في جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة في عام 2007، بعد أن أكمل 22 عامًا من العمل على تحضير مبيد حشري ذي بِنْيَة بالغة التعقيد، يُدعى «أزاديراشتين» azadirachtin، بقوله: «لا يعنيني أن أكون الأول.. فما يستهويني هو رُقِيّ المسار» (انظر: *Nature* **448**, 630–631; 2007). وبفضل مجهودات عمالقة التركيب الكيميائي في الماضي والحاضر، يمكننا الآن ـ من حيث المبدأ ـ أن نحضِّر أيّ مركَّب نرغب في الحصول عليه. والسؤال الذي يفرض نفسه الآن هو: «هل يمكننا أن نحضِّر هذا المركَّب بطريقة عملية ومثمرة؟»

درجات مختلفة من التعقيد

بسبب ما سبق.. لم يَعُد عددٌ من علماء الكيمياء ينظرون إلى تحضير الجزيئات المعقدة على أنه قمة المهارة في حد ذاته. ويمكن القول إنّ هذا الأمر يعكس التغيرات في أهداف الكيمياء بصورة شاملة، حيث يرى وايتسايدس[6] أنه إذا ما نظرنا إلى الكيمياء على أنها علم الذرات والجزيئات المنفردة، فإن القطوف الدانية في هذا المجال المعرفي ستختفي. ويكمن مستقبل الكيمياء ـ حسب وجهة نظره ـ في الأنظمة الجزيئية المعقدة، التي تظهر بعض الخواص

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



المجمَّعة على امتداد مقاييس الأحجام المختلفة. ولربما كانت هذه هي الطريقة الوحيدة التي تستطيع بها الكيمياء أن تفي بالتزاماتها في المجالات المختلفة، التي تشمل الطب، والمواد، والطاقة، والمعلومات. وعلى سبيل المثال.. فرغم تشعُّب وتَعَقُّد أسباب موضوع جفاف خط الأدوية، الذي كثر النواح عليه، إلا أن أحد العوامل التي تسببت في هذا الجفاف هو أن النموذج العتيق لتطوير وصقل جزيء دواء منفرد ـ عن طريق العملية الطويلة للفرز، والتجارب الإكلينيكية ـ لم يعد هو الخيار الأفضل. وبدلًا من ذلك.. قد يشمل مستقبل الطب الجزيئي مجموعة من الجزيئات التي تعمل مع بعضها البعض بصورة متناغمة بالطريقة نفسها التي تتصرف بها الجزيئات الحيوية في الخلية. وهذه الطريقة هي طريقة عمل التقنية التحويلية الفذة لتحرير الجينات «كريسبر-كاس9».

إضافة إلى ما سبق.. لا يتولد تعقيد وتنوع الجزيئات الحيوية من مجموعة ضخمة من الركائز والتفاعلات التركيبية الاصطناعية، بل يتأتى من تجمُّع مجموعة صغيرة من الذخائر المحدودة للعمليات التي تصنع الروابط، والتي تتحكم فيها عملية الانتقاء الطبيعي. وبالطبع يمكن الحصول على منتجات طبيعية بالغة التعقيد، ولكن عمليات المسح النظرية والتجريبية «للفراغ الكيميائي» ـ المجموعة ذات الأعداد الفلكية من الجزيئات الممكنة ـ لا توفر أي سبب يجعلنا نعتقد أن الحلول المُنَمَّقة ضرورية، أو متفردة.

هناك مِن المنتجات الطبيعية المعقدة ذات البِنَى الجزيئية التي يصعب تركيبها، لا تبدو ملائمة في الطرق التي تتبعها الطبيعة لصنع الطاقة، أو لنقلها، أو للتوالد، أو لمعالجة المعلومات، أو للحركة، أو لأي شيء آخر. وتوضح الأبحاث ـ من قبيل تلك التي نشرها ديفيد ليو وزملاؤه في جامعة هارفارد[7] ـ أن المبادئ التركيبية للطبيعة، المتعلقة بعمل قوالب معتمدة على المعلومات، عندما تقترن مع التباين والانتقاء، فإن ذلك قد يصلح كطريقة مثمرة لتحضير جزيئات تركيبية مفيدة. وفي الواقع، قادنا هذا الأسلوب أيضًا للوصول إلى طرق جديدة لتجميع هذه المركَّبات[8]، وهي كيمياء جديدة لتكوين الروابط، تم اكتشافها عن طريق البحث الصريح عنها، بدلًا من الأمل في انبعاثها أثناء محاولات اعتلاء قمة جبل جزيئي. وتشير مثل هذه الأبحاث إلى أنه رغم أن بناء الجزيئات سيظل جزءًا مهمًّا من مؤسسة علم الكيمياء بلا شك، إلا أن التركيب العضوي التقليدي لا ينبغي أن يكون هو الطريق الوحيد، أو حتى الأفضل لإنجاز هذه المهمة.

جَعْل الفن أوتوماتيكيًّا

أحد الانتقادات الشائعة للتحضير الكلي أنه نادرًا ما يقدم مسارًا تركيبيًّا، يمكن للصناعات الكيميائية أو لصناعة الأدوية أن تستخدمه، إذ إن هذه المسارات عادة ما تكون طويلة للغاية، وتشمل عددًا كبيرًا من الخطوات، وعادة ما يكون منتَجها ضئيلًا، وتكلفته باهظة. فإذا ما أردت أن تحضِّر جزيئًا معقدًا، فهل تحتاج فعلًا إلى جيش من طلاب الدراسات العليا المتفانين الذين يعملون ليلًا نهارًا؟ أم يمكن الحصول على ما تحتاجه باستخدام آلة؟

التركيب الأوتوماتيكي يُستخدم بالفعل في تحضير الببتيدات والأحماض النووية، التي يمكن الحصول عليها عن طريق طلبها عبر البريد في أي تتابع ترغب فيه. كما أن السكريات قليلة الوحدات بدأت بدورها في الخضوع لهذه الطريقة. ونتيجة لما سبق.. أصبح لدينا أدوية مربحة من الببتيدات، وقليلة النوكليوتيد، إلى جانب أدوية في الطريق إلينا «الجليكوبروتين». وتقترح الأبحاث التي أجراها مارتن بيرك[9] في جامعة إيلينوي في إيربانا شامبين أنه من الممكن أيضًا تحضير مجموعة متنوعة من الجزيئات العضوية ذات الأحجام الصغيرة والمتوسطة.

يَستخدم بيرك تفاعلًا عامًّا واحدًا، لكي يجمع وحدات بناء الإطار الكربوني، ويَستخدم اقتران سوزوكي، الذي يتفاعل فيه مستبدل حمض البورونيك في ذرة كربون منفردة مع مستبدل الهالوجين على ذرة الكربون الأخرى، وذلك في وجود عامل البلاديوم الحفاز. والحيلة المحورية هي التحكم في هذه العملية في البداية للوصول إلى التجميع المتسلسل خطوة فخطوة[10]، ومن ثم جَعْل العملية أوتوماتيكية، عن طريق حجز نواتج كل خطوة في حبيبات السيليكا، بغرض استخلاص هذه النواتج، وإطلاقها في الخطوة التالية. وبرغم أنه لا يمكن بالضرورة بناء كل شيء باستخدام هذه الطريقة، إلا أن هذا الأسلوب يمكِّننا من الحصول على مجموعة مثيرة للإعجاب من الجزيئات بصورة سريعة، وبتكلفة منخفضة للغاية، بضغطة زر فحسب. وقد استخدم بيرك وزملاؤه هذه الطريقة، لكي يصنعوا المشتقات الأقل سُمِّيَّة من المنتَج الطبيعي المضاد للفطريات «أمفوتريسين ب».

تحويل العمليات إلى الصورة الأوتوماتيكية ليس بالأمر الجديد، إذ إنه تم استخدام عمليات انسياب الموائع المجهرية لإنجاز عمليات التركيب متعددة الخطوات، دون الحاجة إلى القيام بالتنقية في كل خطوة، وقد بدأ ذلك منذ عشرة أعوام، على أقل تقدير. ومع وجود مجموعة صغيرة من التفاعلات القياسية الموثوقة المكونة للروابط، يمكن الآن استخدام الآلة لتخطيط الاستراتيجية التركيبية ذاتها.

فكرة أن التركيب الكيميائي يمكن أن تصبح تلك العملية الروتينية التي تستطيع أن تنتج أي بِنْيَة جزيئية مطلوبة، تبدو مزعجة لأي شخص نشأ على النظر إلى هذا المجال باعتباره فنًّا. ويشبه هذا الوضع فكرة أن يتمكن الذكاء الاصطناعي ذات يوم من إنتاج المقطوعات الموسيقية وكتابة الروايات، ولكن «فن» الشطرنج تزحزح عن موضعه، وحَلَّت محله العمليات الحسابية الباردة. وليس ثمة سبب أساسي يعطي التركيب الكيميائي حصانة من مثل هذا المصير، كما أنه لا يوجد ثمة عائق يحول دون توصُّل الحواسب ذات يوم إلى استراتيجيات تركيبية أفضل، وأيسر، وأكثر فعالية مما يمكننا التوصل إليه بحدسنا (انظر *Nature* **512**, 20–22; 2014).

وإذا تَحَقَّق ما سبق، فإن ذلك يعني ضياع بعض السِّحر، لكن من الممكن أن نجني الكثير من الفوائد العملية، فنحن نحتاج في الوقت الحاضر إلى صناعة الجزيئات بسرعة، بغرض استباق سرعة مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية على سبيل المثال. ويعترف مشروع «دايل إيه موليكيول» Dial-a-Molecule، الذي أُنشأ في عام 2011 بواسطة مجلس أبحاث العلوم الفيزيائية والهندسية البريطاني بهذه الحاجة، ويأمل في توسيع نطاق مبدأ خط التجميع الذي استخدم في تركيب قليلات النوكليوتيد، ليشمل أي جزيء عضوي صغير.

تشمل رؤية هذا المشروع أن «يتمكن العلماء في خلال 20 إلى 40 عامًا من إنتاج أي جزيء يرغبون فيه، ضمن إطار زمني ملائم لحاجة المستخدم النهائي، وذلك باستخدام عمليات آمنة، ومستدامة، ومجدية اقتصاديًّا»، (انظر: www.dial-a-molecule.org). وتأمل هذه المجموعة في استخدام خوارزميات الحاسب؛ للتعرف على أفضل المسارات لتحضير الجزيء المستهدَف، باستخدام مجموعة من التفاعلات السريعة الفعالة، التي يمكن الاعتماد عليها والتنبؤ بنتائجها، حيث إن هدف المشروع هو تركيب أي جزيء مطلوب خلال عدة أيام.

فالتركيب الكيميائي الأكثر سهولة يحرر ذهن الكيميائيين؛ لكي يتمكنوا من التفكير بصورة مبتكرة في تصميم أي جزيء يرغبون فيه، أي تصبح لديهم حرية التركيز على السؤال الذي يستحق أن يطرح. وهذه هي العقبة الأكبر أمام الاكتشاف الفعال للأدوية. وكما يشرح بيرك.. فنحن لا نعرف القواعد التي تستخدمها الطبيعة لكي «تصمم» المنتجات الطبيعية المعقدة. والسبب الرئيس في هذا القصور هو «أن عملية المحاولة والخطأ في هذا الفضاء الكيميائي المعقد بطيئة للغاية، بسبب حواجز التركيب».

المساعي البشرية

تشارِك الكيمياء بذلك مع عمليات التصنيع التقليدية، فهي تتغير عبر الابتكارات في التصميم والتصنيع. ◄

ولم نَعُد نصنِّع السيارات، أو أجهزة التليفزيون بالطرق نفسها التي كنا نستخدمها في الماضي، فلماذا نستثني الجزيئات من هذا التغيير؟ ينبغي علينا أن نتفادى النظر بعين الرومانسية إلى عصر ماض متخيَّل، بالطريقة نفسها التي استعاد بها المصمم ويليام موريس الفنون اليدوية التقليدية لعصور وسطى متوهمة. والأمر الأفضل من صنع جزيئات أكثر تعقيدًا أو أكبر حجمًا هو جعل هذه المركَّبات أكثر فائدة، وتركيبها بطرق أكثر فائدة. وكما هو الحال مع مجال العمارة، تُعْنَى الكيمياء بالأناقة في التصميم، وفي التنفيذ كذلك. ولم تتم بعد مناقشة هذه الجوانب في العلوم بصورة كافية من حيث: كيف تتبدى هذه الأناقة، وكيف تُحفّز، وما هي قيمة الحفاظ عليها؟

عند تَدَبُّر التركيب الأوتوماتيكي، على سبيل المثال، تتبادر إلى الذهن مقارنة من الرياضيات. فهناك ثمة جدال حول ما إذا كان الإثبات الرياضي يستحق الاحتفاء به لذاته، بغض النظر عن الطريقة، أم ينبغي أن يُحتفى به لأناقته ولهيئته، أي بالطريقة التي تم التوصل إليه بها. فهل ينبغي أن يتم تقدير «الإثباتات التي تتوصل إليها الآلات»؟ وأمثلة هذه الأسئلة تؤثر في صميم عمق العلوم كمسعى إنساني. فنحن نحدث أنفسنا بأنّ هدفنا هو المعرفة والمقدرة، ولكن هناك ثمة أشياء أخرى لها قيمة في نفوسنا أيضًا. ■

فيليب بول كاتب حُرّ، أحدث إصداراته هو كتاب بعنوان «الخَفِيّ.. الجاذبية الخطرة لما لا نراه» *Invisible: The Dangerous Allure of the Unseen*.
البريد الإلكتروني: p.ball@btinternet.com

1. Fukaya, K. *et al. Org. Lett.* **17,** 2570–2573, 2574–2577 (2015).
2. Zou, Y. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **137,** 7095–7098 (2015).
3. Parr, B. T., Economou, C. & Herzon, S. B. *Nature* **525,** 507–510 (2015).
4. O'Connor, M. (ed.) *Pointers & Pathways in Research* 41 (CIBA of India, 1963).
5. Nicolaou, K. C., Vourloumis, D., Winssinger, N. & Baran, P. S. *Angew. Chem. Int. Edn* **39,** 44–122 (2000).
6. Whitesides, G. M. *Angew. Chem. Int. Edn* **54,** 3196–3209 (2015).
7. Kleiner R. E., Dumelin, C. E. & Liu, D. R. *Chem. Soc. Rev.* **40,** 5707–5717 (2011).
8. Kanan, M. W., Rozenman, M. M., Sakurai, K., Snyder, T. M & Liu, D. R. *Nature* **431,** 545–549 (2004).
9. Li, J. *et al. Science* **347,** 1221–1226 (2015).
10. Gillis, E. P. & Burke, M. D. *J. Am. Chem. Soc.* **129,** 6716–6717 (2008).

لقراءة المزيد حول هذا الموضوع، انظر:
go.nature.com/xrsdms

JESSICA SCRANTON



يمكن تقييم أثر إجراءات الاستدامة، في مشروعات معينة، مثل محمية إنكروثيخادا في المكسيك، من خلال تجميع المراجعات وتقييمات الأثر القائمة.

إعـداد خرائـــط الأَدِلَّـة

هناك الكثير من الدراسات يظل غير مقروء. ولذلك.. تحثنا **مادلين سي. ماكينون** وزملاؤها على تجميع تلك الدراسات، والمقارنة بينها؛ للاسترشاد بها في عملية صنع القرارات المتعلقة بالاستدامة.

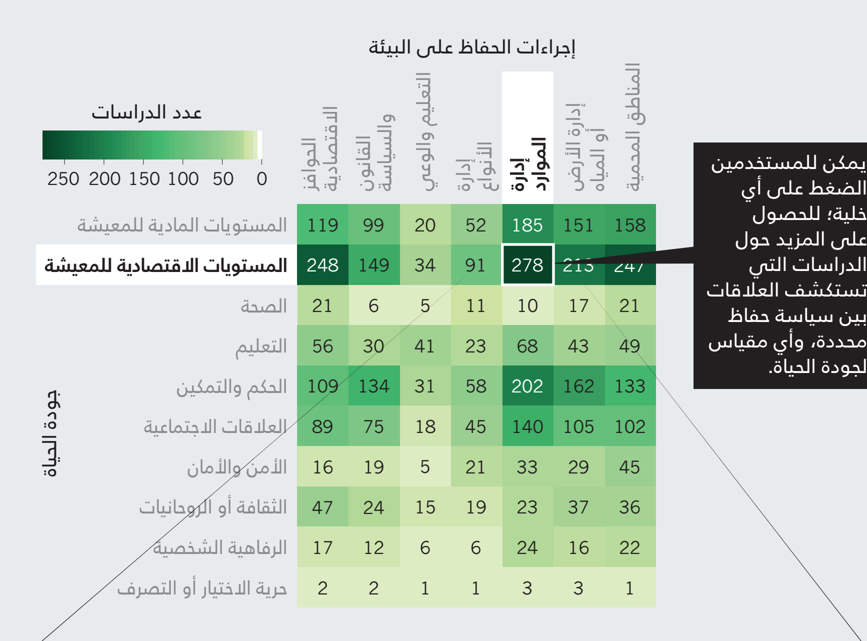
«ماذا لو تمكَّن أحدهم من إيجاد إجابات لأكثر المشكلات السياسية إلحاحًا، لكن تلك الإجابات بقيت مدفونة في أعماق ملف ‹بي دي إف›، حيث لن يستطيع أحد قراءتها أبدًا؟» هذا ما طرحته إحدى مدوَّنات «واشنطن بوست» في العام الماضي.

يبدو أن ذلك كان يرمي إلى شيءٍ ما. فعشرات الآلاف من الوثائق التي يتم إعدادها كل عام لتقييم أثر سياسات الاستدامة وبرامجها لا يطَّلع عليها أحد على الإطلاق[1]. وقد وجد البنك الدولي[2] في عام

الإبحار فيما نعلم

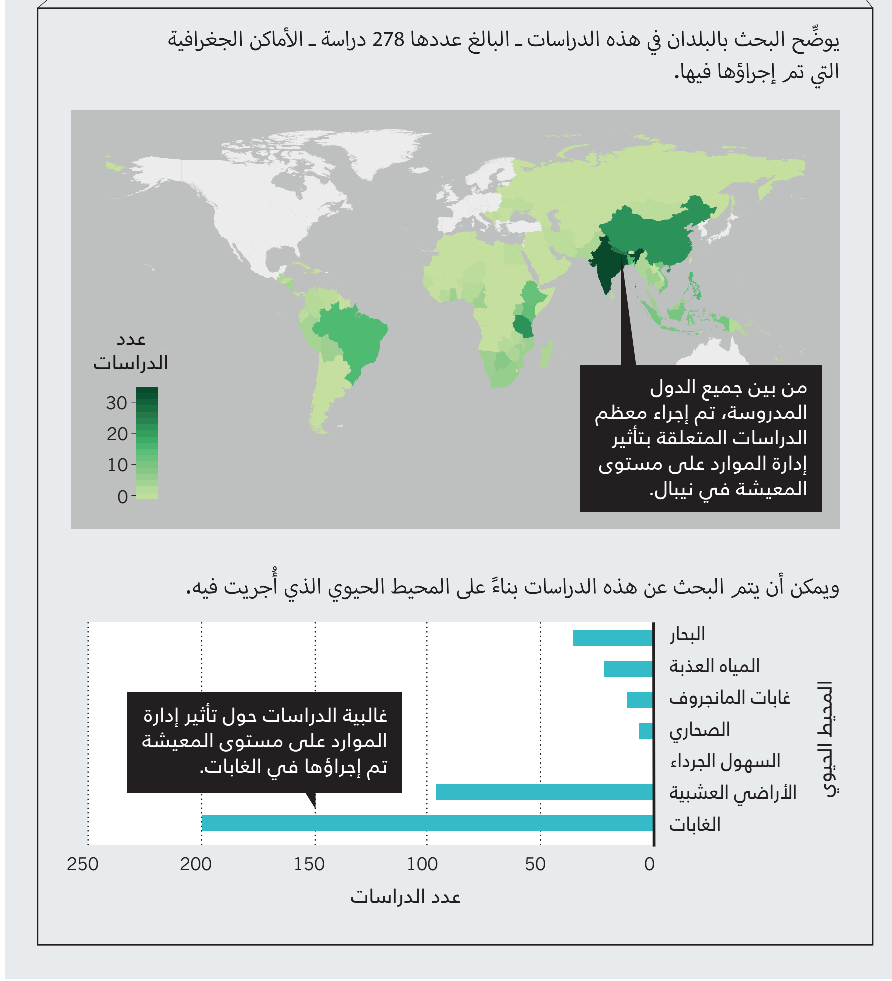
يتم إنتاج خرائط الأدلة عن طريق جمع وتصنيف الدراسات التي تسبر العلاقة بين جهود الحفاظ على البيئة، وجودة الحياة. وهي تكشف عن أماكن توفر البيانات لتأسيس مسارات سببية، كما تحدد أماكن وجود الثغرات المعرفية.

تم تضمين أكثر من 1،000 دراسة في خريطة الأدلة، بناءً على معايير اختيار ممنهجة.



	الحوافز الاقتصادية	القانون والسياسة	التعليم والوعي	إدارة الأنواع	إدارة الموارد	إدارة الأرض أو المياه	المناطق المحمية
المستويات المادية للمعيشة	119	99	20	52	185	151	158
المستويات الاقتصادية للمعيشة	248	149	34	91	278	213	247
الصحة	21	6	5	11	10	17	21
التعليم	56	30	41	23	68	43	49
الحكم والتمكين	109	134	31	58	202	162	133
العلاقات الاجتماعية	89	75	18	45	140	105	102
الأمن والأمان	16	19	5	21	33	29	45
الثقافة أو الروحانيات	47	24	15	19	23	37	36
الرفاهية الشخصية	17	12	6	6	24	16	22
حرية الاختيار أو التصرف	2	2	1	1	3	3	1

يوضِّح البحث بالبلدان في هذه الدراسات ـ البالغ عددها 278 دراسة ـ الأماكن الجغرافية التي تم إجراؤها فيها.



2014 أن حوالي ثلث تقارير السياسات المؤرشفة على موقعه ـ التي توثِّق لمشروعات عديدة (بدءًا من بناء السدود، حتى القروض الصغيرة) ـ لم يتم تنزيلها البتة.

لا ينبغي أن يبقى الحال على ما هو عليه. فقد بدأ خبراء تجميع الأدلة (وهي عملية تتضمن استخدام أدوات وطرق متنوعة؛ لإيجاد وتجميع مصادر عدة للبيانات) بإنتاج خرائط للأدلة، يستعين بها الباحثون وصناع القرار. وتعمل هذه الخرائط على جمع وتصنيف المراجعات المنهجية وتقييمات الأثر، وغيرها من دراسات البحوث الأولية في مجال معين (مثل الزراعة، أو التعليم). ومن ثم، وُضع ملخص مرئي، يوضح نطاقاتها، وتأثيرات الإجراءات التي تم اتخاذها بشأنها[3].

ويمكن لخرائط الأدلة أن تُظهِر في لمح البصر النطاقات أو العلاقات الأكثر دراسة – سواء أكانت حول أثر السياحة البيئية على الاقتصادات المحلية، أم حول أثر التعليم على خفض الممارسات الجائرة لصيد السمك. كما يمكنها أيضًا تسليط الضوء على الثغرات في الأدلة، ومن ثم توجيه أولويات البحث.

نحن مجموعة عمل متعددة الاختصاصات، مدعومة بمشاركة مع مؤسسة «العلم للطبيعة والبشر» SNAP، التي تهدف إلى فَهْم كيف يمكن لحماية الطبيعة أن تحسِّن من جودة حياة البشر (انظر: go.nature. com/fdsj4v). ونحن نناضل من أجل استخدام أوسع لخرائط الأدلة في مجال التنمية المستدامة. ولكي ندعم عملية اتخاذ القرار فيما يخص مجالي التنمية، والحفاظ على البيئة، فقد أنتجنا خريطة تفاعلية تحتوي على أكثر من ألف دراسة توثِّق للعلاقة بين الجهود المبذولة في الحفاظ على البيئة، وبين جودة الحياة. ونحن نطالب صناع القرار والباحثين العاملين في مجال الاستدامة بتطوير وسائل مماثلة، تتيح للباحثين والمانحين والممارسين الوصول بسرعة إلى المعلومات التي تهمهم، وتقييمها.

تنبُّه للثغرات

من شأن الفشل في تقييم الأدلة القائمة أن يؤدي إلى أذى، نحن في غنى عنه. على سبيل المثال.. كان يمكن لإجراء مراجعة منهجية على البيانات المتوفرة حول وفاة الأطفال المفاجئة في المهد أثناء الستينات ـ بدلًا من الانتظار حتى التسعينات ـ أن يؤدي إلى تمييز مبكر لعوامل الخطورة المرتبطة بوضعية نوم الرضع، مما كان له أن يمنع حوالي 10 آلاف حالة وفاة بين الرضع في المملكة المتحدة وحدها[4].

ومن العواقب الأخرى المحتمَلة.. إهمال التكاليف والعوائد النسبية للإجراءات المختلفة. فقد استمر تأكيد المشروعات الإنمائية المصمَّمة لتجنب الإصابة بالإسهال، على أهمية إمداد الناس بمياه نظيفة، في حين أشارت مجموعة[5] إجراءات مختلفة متعلقة بالصرف الصحي في عام 2012 إلى أن إعطاء الأولوية لتغييرات سلوكية محددة ـ كغسل اليدين مثلًا ـ يمكن أن يؤدي إلى منافع صحية مماثلة، مع تكلفة أقل بكثير من إدخال موارد مائية جديدة.

وعادةً ما يفترض الناس أن الأدلة وُجدت لتبرِّر لإجراء معين، أو أن صانعي القرار يتصرفون على أساسٍ ما هو مألوف أكثر مما هو مُثبَت. ويُعَدُّ إنشاء الحدائق الوطنية والحفاظ عليها وعلى غيرها من المناطق المحمية أحد أكثر إجراءات الحفاظ على البيئة ◄

SOURCE: M. BOTTRILL ET AL. ENVIRON. EVID. 3, 16 (2014)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

انتشارًا، التي تستخدمها المنظمات الحكومية وغير الحكومية. ومع ذلك.. ففي عام 2013 أظهرت مراجعة منهجية[6] للتقييمات النوعية والكمية للمناطق المحمية حول العالم أن كثيرًا من الافتراضات الشائعة التي تكمن وراء إنشائها ـ وأبرزها أن المناطق المحمية لها آثار اجتماعية إيجابية، وأن لها منافع اقتصادية سياحية ـ لا تستند إلى ركائز موثوق فيها.

تتيح المراجعات المنهجية لعدة دراسات ـ مثل المراجعات الثلاث المذكورة آنفًا ـ للباحثين تقييم جودة الأدلة المتوفرة، ووضع توقعات أوسع حول فعالية البرنامج. ورغم ذلك.. فإنه يتعذر الوصول إلى الوثائق، بسبب اختفائها خلف حاجز الدفع مقابل الوصول، أو لأنها مدفونة في أقراص التخزين الصلبة، أو في أدراج المكاتب، مما يجعل من الحصول على المنشورات والتقارير اللازمة لإجراء مراجعات كهذه أمرًا يستهلك الكثير من الوقت والمال.

في المتوسط، تبلغ نسبة الموارد المخصصة حاليًّا للمراقبة والتقييم أقل من 5% من ميزانية مشروع يهدف إلى الحفاظ على البيئة، وهي لا ترق إلى ما هو مطلوب تخصيصه لتلبية حاجة صانعي القرار المتزايدة؛ للحصول على أدلة أكثر كمًّا، وأعلى كيفًا، حول الأثر الذي تتركه إجراءات الحفاظ على البيئة والتنمية[1].

جهود دولية

يحتاج الباحثون وغيرهم طرقًا جديدة، من أجل تحديد الأولويات التي يصرفون إليها جهودهم، لضمان أن تجيب التقييمات والمراجعات المنهجية المموَّلة عن الأسئلة ذات الصلة، ولمتابعة التقدم المحرَز في توليد الأدلة.

ومما يشجع في هذا الصدد.. أن منظمات عدة بدأت بالفعل في إنتاج وتمويل مراجعات منهجية، وتقييمات عالية الجودة، لتقييم تأثيرات إجراءات الحفاظ على البيئة. ومن بين تلك المنظمات «المبادرة الدولية لتقييم الأثر» 3ie، وهي منظمة غير حكومية، تعزِّز برامج التنمية والسياسات المستندة إلى أدلة.

كما بدأت تظهر النماذج القياسية والأدوات والتوجيهات العملية؛ لتحقيق أهداف.. مِن بينها استبعاد التحيز. وتسعى شبكات بحوث دولية ـ مثل «التعاون من أجل الأدلة البيئية» ـ لتعزيز استخدام منهجيات صارمة؛ لتقييم الآثار البيئية والاجتماعية والصحية لإجراءات محددة[7]، مثل زراعة السياجات الشجرية، أو استخدام المحاصيل المعدَّلة جينيًّا. وفي معهد التعليم بكلية لندن الجامعية، يعمل مركز «الأدلة للتنسيق المشترك والمعلومات» على تطوير وسائل متنوعة؛ لمساعدة الباحثين على جلب وتوصيف واستخراج البيانات عند القيام بتجميع الأدلة. ونعتقد أنه تجب إضافة خرائط الأدلة إلى المخزون المتزايد من وسائل التجميع.

وخلال السنوات الخمس الماضية، استطاعت «المبادرة الدولية لتقييم الأثر»، والباحثون المموِّلون من قِبَلها إنتاج خمس خرائط، شملت طيفًا واسعًا من الموضوعات، من التعليم إلى الصحة الوقائية، والصحة العامة. تحدِّد هذه الخرائط نطاقات مدروسة جيدًا، مثل تأثير غسل اليدين، وغيرها من الإجراءات الصحية المتعلقة بمرض الإسهال. كما تشير الخرائط إلى الثغرات الموجودة في الأبحاث. فعلى سبيل المثال.. لا تتوفر معلومات كثيرة حول تأثير الإجراءات المتعلقة بالتعليم على إنفاق الأسرة، أو على عمالة الأطفال. وعلى حد علمنا.. لم يتم حتى الآن إنشاء خرائط أدلة أخرى متعلقة بالتنمية المستدامة.

وقد عملنا على توسيع الجهود التي بذلتها «المبادرة الدولية لتقييم الأثر»، وذلك بعمل خريطة لنطاقات وكميات الأدلة المتوفرة عن تأثير الحفاظ على البيئة على جودة الحياة على مستوى العالم[8]. ولتحقيق ذلك.. قمنا بالتنقيب في قواعد البيانات ومواقع الويب، وسألنا الأشخاص الذين يشغلون مناصب تتيح لهم تنبيهنا إلى الدراسات ذات العلاقة. ومن ثم، ضيَّقنا البحث، ليشتمل فقط على الدراسات المنشورة منذ عام 1970، التي أُجريت في الدول النامية. وبعد ذلك.. اتبعنا خطوات منهجية، تعتمد على عوامل معينة، كتصميم الدراسة، ونوعية إجراءات الحفاظ على البيئة؛ من أجل غربلة ما جمعناه. وعلى خُطى «المبادرة الدولية لتقييم الأثر»، أدخلنا المراجعات المنهجية وتقييمات التأثير. كما صنَّفنا الدراسات البحثية الأولية، مثل الدراسات غير المقارِنَة، التي لم تتوفر فيها أوضاع مضبوطة يمكن الاستعانة بها؛ للتعرُّف على الآثار الناجمة عن الإجراءات المختلفة.

«منذ عام 1970، أُجريت حوالي نصف تقييمات الأثر الدقيقة في ست دول فقط».

كشفت خريطتنا عن أن مِن بين الدراسات التي قمنا بتصنيفها ـ البالغ عددها 1,014 دراسة ـ قَدَّر حوالي 25% منها الأثر الاقتصادي لإنشاء المناطق المحمية والحفاظ عليها، في حين أن 2% فقط أخَذ بعين الاعتبار عوامل أخرى، لا تقل أهمية، مثل صحة المجتمعات المحلية (عمل غير منشور). وتتيح البيانات الإضافية حول البلد والمنطقة الحيوية التي أجريت فيها الدراسة، مثلًا، الفرصة للمستخدمين لاستكشاف تفاصيل أكثر عن توزيع ومتانة الأدلة (انظر: «الإبحار فيما نعلم»). وقد فُوجئنا حين علمنا أنه منذ عام 1970 أجريت حوالي نصف تقييمات الأثر الدقيقة في ست دول فقط، بما فيها تنزانيا، والصين، وتايلاند. وهناك ثماني دراسات من 90 دراسة مماثلة أُجريت في كوستاريكا. ويعود الفضل في ذلك ـ على الأرجح ـ إلى التركيز الحكومي القوي على القضايا البيئية، وعلى مجتمع البحث البيئي المؤسَّس جيدًا.

كما تُظْهِر خريطتنا المناطق التي تحتاج المزيد من البيانات. ففي إندونيسيا ـ على سبيل المثال ـ لا تزال المعلومات ضئيلة حول العلاقة بين الحفاظ على الأنظمة البيئية البحرية، والشعور بالتمكين في المجتمعات المحلية، لكن الخريطة تسلِّط الضوء على العلاقات التي تمت دراستها جيدًا، حتى أصبحت جاهزة للمحللين؛ لاستكشاف مداها، ولتفحُّص المسارات السببية، من خلال مراجعات منهجية كاملة، مثل تلك العلاقات القائمة بين إدارة الموارد السمكية، وجودة الحياة المادية والاقتصادية.

تحديات عالمية

نحتاج إلى خرائط الأدلة؛ من أجل طيف واسع من الموضوعات المركزية التي تتعلق بالتنمية المستدامة، مثل الطاقة المتجددة، والأمن الغذائي، وإدارة المخاطر. ومع توفُّر أدلة جديدة.. ستحتاج الخرائط إلى تحديث، ويُفَضَّل ـ بشكل مثالي ـ أن يتم ذلك من خلال قَيِّمٍ مركزي، لإتاحة الفرصة للباحثين لمتابعة التطور في سد الثغرات المعرفية. وقد يلعب الناشرون دورًا مهمًّا في الدفع إلى تطوير مصادر الخرائط التفاعلية المماثلة، عبر إتاحة وصول أكبر لدورياتهم، وتشجيع الباحثين على استخدام مصطلحات بحث ومقاربات معيارية في الدراسات الفردية. ويجب على المانحين أن يجعلوا من وضع الدراسات في حافظة أدلة مفتوحة شرطًا للتمويل، على غرار وكالات التمويل العامة، مثل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية التي تشترط على متلقِّي المنحة أن يجعل بحثه متاحًا للعموم عبر قاعدة البيانات المجانية «بَبْمِد سنترال» PubMed Central.

أطلقت الأمم المتحدة أهداف التنمية المستدامة ـ أو الأهداف العالمية ـ في سبتمبر الماضي. ومن بين السبع عشرة أولوية للحكومات والشركات وسواها: التصدي للتغير المناخي، وتخفيف الفقر وسوء التغذية، وحماية الموارد الطبيعية للكوكب. وستكون للمعلومات حول أنواع الإجراءات وفعاليتها في مساعدة العالم لبلوغ هذه الأهداف وتخطِّي سواها من التحديات، وتحت أي ظروف، أهمية بالغة في توجيه السياسات، وتتبُّع التقدم[9].

ويمكن أن يساعد وجود «أطلس أدلة» حول التنمية المستدامة في تحويل العمل على مواجهة التحديات العالمية إلى عِلْم بالغ الدقة، على أن يخضع الأطلس لتحديث وتطوير مستمرَّين. ■

مادلين سي. ماكينون مديرة أولى للمراقبة والتقييم في «المنظمة العالمية للحفاظ على البيئة»، أرلينجتون، فيرجينيا، الولايات المتحدة. **سامانثا إتش. شنج** مرشحة لنيل درجة الدكتوراة من جامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس، كاليفورنيا، الولايات المتحدة. **روث جارسايد** محاضِرة أولى في تجميع الأدلة في «المركز الأوروبي للبيئة والصحة البشرية»، كلية الطب بجامعة إكستر، ترورو، المملكة المتحدة. **يوتا جيه. ماسودا** عالِم سياسات بيئية واجتماعية في «منظمة الحفاظ على الطبيعة»، بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة. **دانيال سي. ميلر** أستاذ مساعد في علوم الموارد الطبيعية والبيئة بجامعة إلينوي، إربانا، إلينوي، الولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: mmckinnon@conservation.org

1. Fisher, B. *et al. Conserv. Biol.* **28,** 880–882 (2014).
2. Doemeland, D. & Trevino, J. *Which World Bank Reports are Widely Read?* (World Bank, 2014).
3. Snilstveit, B., Vojtkova, M., Bhavsar, A. & Gaarder, M. *Evidence Gap Maps: A Tool for Promoting Evidence-Informed Policy and Prioritizing Future Research* (World Bank, 2013).
4. Gilbert, R., Salanti, G., Harden, M. & See, S. *Int. J. Epidemiol.* **34,** 874–887 (2005).
5. Rijsberman, F. & Zwane, A. P. *Water & Sanitation* (Copenhagen Consensus, 2012).
6. Pullin, A. S. *et al. Environ. Evid.* **2,** 19 (2013).
7. Collaboration for Environmental Evidence. *Guidelines for Systematic Review and Evidence Synthesis in Environmental Management* Version 4.2 (Environmental Evidence, 2013).
8. Bottrill, M. *et al. Environ. Evid.* **3,** 16 (2014).
9. Lu, Y., Nakicenovic, N., Visbeck, M. & Stevance, A. S. *Nature* **520,** 432–433 (2015).

وللاطلاع على قائمة بالموقِّعين على هذا المقال، يرجى زيارة الرابط التالي: go.nature.com/qiuwlk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تاريخ

عالِم الرياضيات الثوري

يستعرض **ديفيديه كاستيلفيكي** السيرة الضخمة لنجم عصر التنوير الخصب ليونارد أويلر.

RIGB/SPL

أعطى تحليل ليونارد أويلر الشكل الرياضي الحديث للفيزياء، وعلم الفلك.

حين انتقل عالِم الرياضيات السويسري ليونارد أويلر (1707-1783) إلى سانت بيترسبورج في عام 1766، لتولِّي منصبه بالأكاديمية الإمبريالية الروسية للعلوم، كان معافى، إلا من ألَمٍ ببصره، حيث فَقَدَ أويلر قدرته على الإبصار باستخدام عينه اليمنى قبل 28 عامًا، كما كان مرض إعتام عدسة العين يهدد عينه اليسرى، إلا أنه تفاخر بالأمر في عامه الـ59، ذاكرًا في إحدى رسائله أن فقدان البصر ما هو إلا «إزاحة مصدر آخر للإلهاء». ومنذ ذلك الحين، زادت إنتاجيته، حيث نشر أكثر من نصف منجزاته، التي بلغ عددها إجمالًا 866 مؤلَّفًا، إمّا خلال الـ17 سنة الأخيرة من عمره، وإمّا بعد وفاته.

بدأ نَشْر الأعمال الكاملة لأويلر في عام 1911، ولم يتم الانتهاء منها بعد؛ فهي قد تملأ أكثر من 80 مجلدًا ضخمًا. كما أن هناك مئات الرسائل، يتضمن العديد منها محتوى علميًّا يضاهي محتوى أفضل أوراقه البحثية. إن كتاب «ليونارد أويلر» ـ لكاتبه مؤرخ الرياضيات رونالد كالينجر ـ قد يكون هو أول سيرة تحاول تقديم رؤية شاملة لهذا الكَمّ الهائل من الأعمال.

خلال عصر التنوير، هيمن أويلر على أغلب فروع الرياضيات، وكذلك الفيزياء، وعلم الفلك والهندسة. وكانت رياضيات أويلر عادةً سابقة لزمانه.. فقد تنبأ بفكرة استخدام مجموعات من التناظرات، وكذلك طوبولوجيا الشبكات، ونظرية القرار، ونظرية المجموعات، وكان هو أول مَن رسم مخططات «فِين» Venn diagrams. كما كان الوحيد تقريبًا من بين أبناء عصره الذي أشاد بجمال نظرية الأعداد، وتحدَّث عن أهميتها. وكانت أعماله حول الأعداد الأولية ـ بوجه خاص ـ قد مَهَّدت الطريق لعصر الرياضيات الذهبي، الذي ظهر بعد عقود من تلك الحقبة.

مع ذلك.. فإن الإرث الأضخم لأويلر في الرياضيات البحتة والرياضيات التطبيقية هو مجال التحليل. كان رياضيُّو القرن السابع عشر، وعلى رأسهم إسحاق نيوتن، وخصمه اللدود جوتفرايد فيلهلم لايبنتز، هم مَن أَسَّسوا علم التفاضل والتكامل، وهو يتضمن دراسة معدلات تغيُّر المقادير مع مرور الزمن (التفاضل، والاشتقاق)، وكذلك الفكرة ذات الصلة الوثيقة بذلك المتعلقة بالمساحات المحصورة بين المنحنيات (التكاملات). لقد حوَّل تحليل أويلر عِلْم التفاضل والتكامل إلى علم قوي، ومنح الرياضيات والفيزياء لغتهما الحديثة، وشكلهما الحالي.

كان مؤسسو حساب التفاضل والتكامل غالبًا ما يتشبثون بالمفاهيم التي لم يكونوا يدركونها جيدًا. فهذا الحقل مرتبط بمتناهيات الصغر، التي كانت لها هالة ميتافيزيقية أثارت جدلا حادًّا، تَسَبَّب ـ جزئيًّا ـ في توريط جاليليو جاليلي مع الكنيسة الكاثوليكية، وهذا حسب مؤرخ الرياضيات أمير ألكسندر (من كتاب «إنفينتيزيمال» *Infinitesimal*، أو «متناهي الصغر»، (وان وورلد، 2014)؛ انظر: *Nature* http://doi.org/9hz; 2014).

في عهد أويلر، كان هذا الجدل لا يزال قائمًا.. فلم تكن هناك تعريفات محددة لمفاهيم الحدود، أو استمرارية الأعداد الحقيقية؛ ولم تُرسَّخ هذه المفاهيم على أسس متينة حتى القرن التاسع عشر.

وبقَدْر عدم انزعاجه من مسألة فقدانه للبصر، لم يسمح أويلر كذلك لتلك المصاعب أن تحدّ من إبداعه الرياضي. ففي تناوله لمتناهيات الصغر ـ المستخدَمة في حساب التفاضل والتكامل، وفي جمع السلاسل غير المنتهية ـ تَبَنَّى نهجًا، وصفه كالينجر بأنه «يعتمد على الحظ». كانت واقعيّة أويلر تذكِّرنا بأسلوب «اصمتْ، واحْسِبْ»، الذي التزم به معظم فيزيائيي القرن العشرين في موضوع ميكانيكا الكَمّ، تاركين الأسس الإشكالية جانبًا، من أجل السماح بتطور التطبيقات بشكل ضخم (D. Kaiser *Nature* **505**, 153–155; 2014).

يقول كالينجر إنّ قوة حدس أويلر، وطريقته في اختبار فرضياته



ليونارد أويلر: عبقري الرياضيات في عصر التنوير
رونالد إس. كالينجر
مطبعة جامعة برينستون، 2016.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على حالات خاصة، مستخدِمًا مهاراته الحسابية الفذّة، كانت تؤدي إلى صحة نتائجه في معظم الأحيان. وفي جوهر تحليله، وضع أويلر مفهوم المعادلات التفاضلية، وهي تلك التي تصل دالّة ما بمشتقاتها، والتي يتمثل حلّها في حساب الدالة نفسها. فعلى سبيل المثال.. في الميكانيكا الفلكية، يمكن أن تصف الدالات مسارات الكواكب. ويذكر كالينجر أن أويلر أصبح يُنظر إليه باعتباره «المبتكِر الرئيس» في هذا المجال، كما أن أعماله في مجال التحليل قد «أفقدت الهندسة الإقليدية التركيبية هيمنتها التي سادت على مدار ألفي عام».

NATURE.COM
قم بزيارة مدونتنا عن العلم في الثقافة من خلال:
go.nature.com/2mn9yk

أَظْهَرَ أويلر قوة هذا العلم الابتكاري حين طبَّقه على مسائل فيزيائية، مثل قوانين ميكانيكا الأجسام الصلبة. وهكذا نجده بصفة خاصة قد حلّ ما كان يعتبره الكثيرون في القرن الثامن عشر أهم مسألة في علم الفلك، لا توجد إجابة لها، وهي التوفيق بين حركات القمر المعقدة، وقانون نيوتن الكوني للجاذبية. تتضمن تلك المسألة ذات الأجسام الثلاثة تفاعلات الشمس، والقمر، والأرض، وهي أصعب بكثير من توقُّع حركة أحد الكواكب حول الشمس، كما توقع البعض في حينها ـ بمَنْ فيهم أويلر ـ أن قانون نيوتن للتربيع العكسي سيسقط في هذا الاختبار الحاسم، مطالبين بتأسيس نظرية أخرى. وكانت لهذه المسألة أهمية عملية كبيرة، إذ يمكن استخدام حركات القمر لحساب خط طول سفينة ما في البحر، وكان أويلر كأنه يجري في سباق؛ لإيجاد طريقة يُعتمد عليها للقيام بذلك. وقد اتضح في نهاية المطاف أن حساب الوقت الدقيق هو الحلّ الأفضل.

اعتراضي الوحيد هو أن التسلسل الزمني الدقيق للكتاب يعني أنه غالبًا ما يُقرأ كسلسلة من ملخصات غير مترابطة من بحوث أويلر ومراسلاته، فيقفز بنا من المسائل الأساسية في علم الجبر، إلى طَلَبِه للجبْر؛ من أجل مطابع أكاديميته، وغالبًا ما يُذكر الاثنان في الفقرة نفسها. وعلى الرغم من هذا التقطيع للنص، نستطيع أن نحصل على لمحة من شخصية الرجل. لقد كان رجلًا نزيهًا، ينسِب الفضل إلى أصحابه، مع وجود بعض الاستثناءات، وظلّ مؤمنًا بفكرة «التناسق بين ما كُتب، استنادًا إلى الوحي، وبين الظواهر الطبيعية». وبرغم أن كالينجر قد علّق على افتقار أويلر للتصرف فوق آداب وتقاليد البلاط الملكي، فإننا نستنتج أن ذلك يعود في الواقع إلى انعدام اهتمامه بالتودد إلى طبقة النبلاء.

نتيجة لذلك.. لم يصبح أويلر يومًا رئيسًا لأيٍّ من الأكاديميات التي عمل فيها، سواء في برلين في فترة حكم فريدريك العظيم، أم في سان بيترسبورج في فترة حكم كاثرين العظيمة. وبغض النظر عن ذلك.. فإن دوره المهم في تطور الرياضيات واضح. وسيكون لهذا المجلد ـ الذي تَطَلَّب كَمًّا مُدهِشًا من البحث ـ قيمة كبيرة لأي شخص شديد الاهتمام بتاريخ الرياضيات، وعصر التنوير. ■

ديفيديه كاستيلفيكي مراسل أوّل في العلوم الفيزيائية بدورية *Nature*.

ملخصات كتب



البحث عن أقدم النجوم.. آثار قديمة من الكون الأول

آنّا فريبل، ترجمة: آن إم. هنتشل، مطبعة جامعة برينستون (2015)

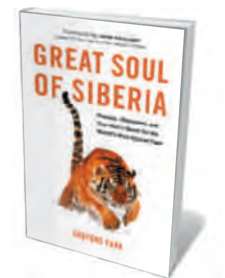
باعتبارها عالمة آثار نجمية، تبحث آنّا فريبل عن النجوم الفقيرة في المعادن التي تُسمَّى «الرُّسل القدامى»، والتي أعطت إشارة البدء للتطور الكيميائي للنظام الكوني. ومن بين اكتشافات فريبل.. نجم في درب التبانة، يبلغ من العمر 13.2 مليار عام، بالإضافة إلى نجوم عتيقة تقع في المجرّات القزمة التي تدور حول مجرّتنا. في هذا الجانب من عملها، توازِن فريبل بعناية بين الجانبين الفني والشخصي، وهذا يتجلَّى ـ على سبيل المثال ـ في الفصول التي تصف المشاهدات الليلية الطويلة الآخذة بالألباب، التي استُخدم لرصد كثير منها تليسكوبا ماجلان، البالغ قطر كل منهما 6.5 متر، ومقرهما دولة شيلي.



تاريخ الأنماط

جود ستيوارت، بلومزبيري (2015)

غالبًا ما لا نعرف الكثير عن أنماط الرسوم التخطيطية، مثل نمط البيزلي، وهو نوع من الزخارف الفارسية، أو النمط المُرقَّط، أو الأنماط النابضة بالحياة في الطبيعة، بدءًا من الصور الهندسية النمطية المتكررة إلى أسراب الطيور. وبتسليط الكاتبة الضوءَ على تاريخ الأنماط، تستطيع فك شفرة الدلالات الرياضية والعلمية والثقافية للأنماط المختلفة. ويمنح تصفُّح الكتاب إطلالة على العلاقة المتوترة بين الأعداد الجبرية النمطية، وأقاربها من الأعداد المتسامية غير النمطية، فضلًا عن الأنواع المختلفة من قماش التمويه العسكري، مثل البني اللون، الشبيه برقائق الشوكولاتة، وذلك المخطط كجلد النمر، ويَرِد كذلك ذِكْر الثورة التي أحدثتها آلة النسيج المسمَّاة «جاكارد»، التي كانت سابقة لعصرها، وتم تطويرها عدة مرات منذ اختراعها للمرة الأولى في سنة 1801.



روح سيبيريا العظيمة.. الشغف، والهوس، ورحلة رجل لملاقاة أكثر النمور مراوغةً في العالم

سويونج بارك، جرييستون (2015)

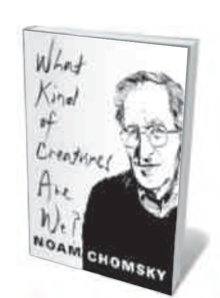
لم يتبقَّ من النمور السيبيرية التي كانت تُقدَّر بالآلاف يومًا ما، إلا 350 نمرًا فقط، تجوب غابات البتيولا في شمال شرق روسيا بخطى وئيدة، وتتميز بالضخامة، والمراوغة، والذكاء المتوقد. ومِن أجل إتمام هذه الدراسة المثيرة في مجال علم سلوك الحيوان، قضى صانع الأفلام سويونج بارك ـ من كوريا الجنوبية ـ عِقدين من الزمن، بين تعقُّب تلك الوحوش، وبين الاختباء في مخابئ محصَّنة تحت الأرض؛ ليختلس النظر إليها عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر. ويضع احتفاؤه بأحد أكبر القطط في العالم القارئَ في قلب الأحداث، بما تتضمنه من آلاف المشاهَدات، والمواجهات المفزعة. إنه إنجاز كبير.



القضمة الأولى.. كيف نتعلم أن نأكل

بي ويلسون، بيزيك بوكس (2015)

بارتفاع نِسَب مشاهدة برامج خَبْز الكعك التليفزيونية، ووصول السِّمنة في الغرب إلى أعلى معدلاتها، باتت علاقة الإنسان بالطعام مختلطة وغريبة. وقد استخدمت الصحفية بي ويلسون في دراستها المتميزة «طريقتنا في الأكل، عندما كنا صغارًا»، لتكون بمثابة نقطة انطلاق لمناقشة عادات البالغين الغذائية الجامحة. وتقدِّم ضمن صفحات الكتاب طائفة مثيرة من الأبحاث في علمَي الأعصاب، والتغذية، تناولت موضوعات عديدة، منها: تطوُّر النظام الغذائي الياباني، وتفضيلات الأطفال الرضع من الأطعمة، مثل «اللفت»، الذي تناولته بالدراسة في القرن الماضي طبيبة الأطفال الأمريكية كلارا ديفيس، في بحث متميز، لم يَخْلُ من بعض النقائص.



أيّ نوع من الكائنات نحن؟

نعوم تشومسكي، مطبعة جامعة كولومبيا (2015)

على الرغم من بلوغه السابعة والثمانين من عمره، ما زال عالِم اللغويات نعوم تشومسكي يتناول بفطنة أسئلة فلسفية حول الطبيعة الإنسانية في هذا الكتاب المكون من قرابة 200 صفحة. وهو هنا يعيد إنتاج أطروحته حول علم اللغويات القائم على علم الأحياء، ويترك جانبًا تحليله لنظرية عالِم الإحاثة إيان تاترسال، التي تقول إن الوعي الإنساني وُلد منذ (50 – 100) ألف سنة خلت، ليناقش نظرية «غموض» جديدة new mysterianism تتعلق بالقدرة الإنسانية على الإدراك، وتمجِّد الاشتراكية الليبرالية. وعلى الرغم من أن جميع فصول الكتاب تنطوي على دعوة لإعمال الفكر، إلا أنها جاءت غير مترابطة، نظرًا إلى أنها كانت في الأصل محاضرات متفرقة. **باربرا كايسر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أُعيد استخدام خزانات المياه في مدينة ميديلين بكولومبيا كساحات عامة؛ لتوفير فصول للطلبة ومقاهي ومسارح.

EPM

دراسات حضرية

مخطــط تفصيـــلي لمديــنــة تعــاونيــة

يبحث **كولين إيلارد** في دراسة عن النموذج الحضري الجديد، الذي يعزز مبدأ «المشاركة العميقة».

بينما يتواصل الزحف العمراني في البلدان، من أجل توفير ما تحتاجه المدن المزدهرة من طاقة ونقل مستدامين، تبتكر الشركات المبتدئة ثقافة واقتصاد المشاركة، ويُلحَظ أنّ كثيرًا من ابتكاراتها تجاري. فعلى سبيل المثال.. يُقَدَّر عدد مستخدمي «مجتمع» تأجير المنازل حول العالم Airbnb بنحو 60 مليون مستخدِم في 34 ألف مدينة. كما تعمل شركة «أوبر» Uber الأمريكية لخدمات النقل ـ التي توصِّل السائقين المسجّلين لديها بالركاب ـ من خلال الهواتف الذكية، وذلك فيما يزيد على 360 مدينة عبر ست قارات. كما ذاع صيت خدمة مشاركة السيارات «زيبكار» Zipcar، التي تستقطب مواليد الألفية الجديدة، الذين تفزعهم التكاليف المرتفعة لامتلاك السيارات (سواء بيئيًّا، أم ماديًّا).

ثمة جانب مظلم لنُظُم المشاركة السابقة، فالمشاركة قد تؤثر تأثيرًا بالغًا على الاقتصاديات المحلية؛ فقد يقوم حينئذ مالكو العقارات الذي يستخدمون نظام Airbnb بتحويل مبان بأكملها إلى فنادق فعلية في مدن مثل نيويورك؛ مما قد يسهم في زيادة أزمة الإسكان. كما تتبع شركة «أوبر» نظام خوارزمية تسعيرة الذروة المتغيرة؛ لمواءمة العرض مع الطلب، وهذا يعني أن المستخدمين قد تفاجئهم الأجرة المرتفعة في الفترات التي يصل فيها الطلب إلى ذروته.

برغم ذلك.. يوجد بديل، يتمثل في المشروعات التي تشمل جميع المستويات، وهي مشروعات رقمية، أو معنيّة بالمجتمعات، أكثر من كونها تجارية. وفي كتاب «مشاركة المدن» *Sharing Cities*، يقوم دونكان ماكلارين ـ الاستشاري البيئي ـ وجوليان أجيمان ـ الباحث في السياسات الحضرية ـ بعرض وتوضيح وصفة شاملة لنموذج مثالي للمشاركة، يضم تلك النماذج، ويتحلَّى عرضهما بالعمق المذهل، والوضوح، والحكمة، وذلك مع الأخذ في الاعتبار أن المشاركة كانت ـ وما زالت ـ مبدأ، تتم ممارسته ثقافيًّا واجتماعيًّا بشكل غير رسمي على مدار الألفيات السابقة. كما يميط كل من ماكلارين وأجيمان اللثام أيضًا عما تقدّمه هذه الطريقة من آمال، وما يكتنفها من مخاطر، وهذا في وقت تشدِّد فيه السياسات الاقتصادية الليبرالية الجديدة على أن الربح الفردي يفوق المنافع والخدمات العامة في معظم الأحيان.

يبحث كِتاب «مشاركة المدن» فيما تنطوي عليه المساحات الحضرية المكتظة بالسكان من فرص؛ لتطبيق فكرة «المشاركة العميقة»، سواء في السلع، أم الموارد، أم الخدمات، أم المواهب، أم الخبرات، وذلك من خلال الإنترنت، نظرًا إلى قدرته على التوصيل على نطاق واسع سريع بين المُقرِضين والمقترضين. ومن بين النماذج التي يدرسها المؤلفان: نوادي المقايضة، والاتحادات الائتمانية، والمؤسسات التعاونية للأراضي والإسكان المشترك، وغيرها من الشبكات الموجودة على الإنترنت، وشبكات النظراء (النِّدّ للنِّدّ)، والنوادي الاجتماعية باهظة الاشتراكات. وقد أشار المؤلفان إلى أن الخدمات الاجتماعية لم تقترب بجدية من تحقيق ما يمكن تحقيقه في ظل اقتصاد المشاركة الحقيقي. فعلى سبيل المثال.. يمكن لشبكات النظراء غير المركزية، مثل «تاسك رابيت» TaskRabbit ـ التي يتبادل من خلالها المستخدمون المهارات والخدمات، دون رقابة قوية من الشركات ـ أن تسهِّل المشاركة عبر الشبكات بأقل رقابة ممكنة. كما تُعَدّ أنظمة النقل العامة صورة من صور المشاركة، لأن تكلفة الانتقال يتقاسمها الكثيرون.

ويركِّز كل فصل من الفصول على جانب معين من المشاركة: (الإنتاج، والاستهلاك، والسياسة، والعدالة)، ويبدأ كل فصل بافتتاحية موجزة لمدينة تَعرِض مثالًا لما جاء بالفصل. فقد استُخدمت مدينة سان فرانسيسكو بكاليفورنيا، من أجل توضيح الاستهلاك، إذ تُعتبر المدينة مهد ثقافة بدء تنظيم المشروعات التي كان وادي السيليكون أحد محفِّزيها. وقد فتح ذلك بابًا للنِّقاش حول مشاركة المهارات والمعرفة بلا قيود في برامج تعاونية عبر الإنترنت في مواجهة السرية التجارية التقليدية.

كما استُخدمت مدينة ميديلين في كولومبيا مثالًا للمشاركة في سياق العدالة الاجتماعية؛ وذلك لما حققته المدينة من نجاح مبهر في القضاء على التهميش الاجتماعي على مدار العقد الماضي. وقد



مشاركة المُدن.. مبرِّرات إقامة مدن ذكية ومستدامة
دنكان ماكلارين، وجوليان أجيمان
مطبعة جامعة ماساتشوستس، 2016.

NATURE.COM
قم بزيارة مدوَّنتنا عن العلم في الثقافة على:
go.nature.com/2mn9yk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تحقق هذا من خلال المضي في تحويل خزانات المياه معماريًّا إلى ساحات عامة ينتفع بها الناس، إضافة إلى تقديم النظام المستدام للنقل السريع عن طريق الحافلة «ميتروبلس» Metroplus. وهنا، يصف كل من ماكلارين وأجيمان كيف يُمكن لسائر المدن أن تُعَزِّز الشمولية والمشاركة، من خلال إجراء تعديلات حكيمة في السياسة والأولويات، وإتاحة البيانات بلا قيود، وإسهام المواطنين على المستوى الشعبي إسهامًا أكثر شمولًا.

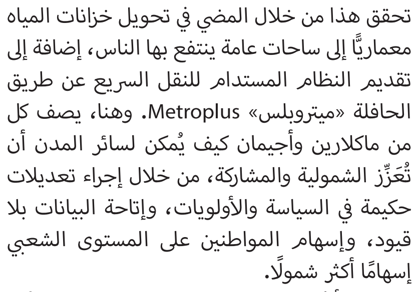
كلما قرأتُ المزيد من فصول الكتاب، يحدوني الأمل في دُنو إحداث تغيير حقيقي، ثم ما ألبث أن أصطدم بصخرة الواقع، حين أدرك مدى صعوبة ضمان تطبيق عمليات المشاركة في إحداث التحول بشفافية، ومساواة، وعدل. فَلَمْ يتوقف المؤلفون عن تناول التعقيدات والتناقضات المتأصلة في هذه الأمثلة، مقدِّمِين تفسيرات متوازنة بدقة لكلٍّ من احتمالات المشاركة الفعالة، وإمكانية إفسادها من قِبَل المنتفِعين، الذين يسعون إلى زيادة أرباحهم على حساب النزاهة.

في حالات عديدة ـ حسبما يوضح ماكلارين وأجيمان ـ لا يمكن مواجهة التعارض بين مشروعات المشاركة على كل المستويات، وغيرها من مشروعات المشارَكة، التي تسعى وراء تحقيق الربح، إلا من خلال إعادة تشكيل السياسات الحضرية. وخير مثالين على ذلك.. الموازنة المشترَكة، التي يلتزم فيها المواطنون التزامًا مشتركًا بتخصيص الموارد، وملكية الأراضي المشتركة، التي تشدِّد على الممتلكات العامة. وكلا المثالين لا يسمحان بحدوث الاستثناءات التي تفرضها عملية تحويل مناطق الفقراء إلى مناطق للأغنياء.

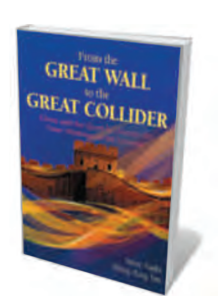
لا أختلفُ إلا مع فرضية واحدة رئيسة يطرحها الكتاب، وهي أن البشر لديهم استعداد فطري للمشاركة، بلا استثناء. ويشير المؤلفان إلى أحد الأعمال في مجال علم النفس التنموي، الذي كشف عن أن الأطفال الرُّضَّع يميزون بين العدل والظلم (M. F. H. Schmidt and J. A. Sommerville *PLoS ONE* **6**, e23223; 2011)، ولكن يوجد ما يكفي من الأدلة في علم النفس التطوري وفي الحياة اليومية على إثبات مَيْل البشر إلى حب الذات في ظروف معينة، وتمييز فئات معينة، دون الأخرى. ويشير العمل النظري إلى أن التعاون من الممكن أن ينهار في ظروف عديدة معتادة الحدوث في المجتمع الإنساني (A. J. Stewart and J. B. Plotkin *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **111**, 17558– 17563; 2014). وبالفعل، حتى العمل المذكور لشميت وسومرفيل أوضح أن أكثر من ثُلث الأطفال الصغار في الدراسة احتفظوا «بالغنيمة» الأفضل لأنفسهم.

هذه الاختلافات بالتأكيد هي التي يقوم عليها جزئيًّا الشد والجذب الدائم بين نماذج المشاركة الجديدة، والمشروعات التي تسعى إلى ضمِّها، أو التطفل عليها. ولو كان ماكلارين وأجيمان قد وَصَفَا بعض مواطن الضعف الرديئة لتاريخنا التطوري، جنبًا إلى جنب مع الجانب المضيء لطبيعتنا؛ لأضحت حُجَّتهما أكثر اتزانًا. ■

كولين إيلارد متخصص في عِلْم الأعصاب المعرفي بجامعة ووترلو في كندا، وفي دراسة العلاقة بين علم النفس الإنساني والتصميم الحضري. وآخِر كتاب صدر له بعنوان «أماكن في القلب» *Places of the heart*.
البريد الإلكتروني: cellard@uwaterloo.ca



ملخصات كتب



من السور العظيم إلى المُصادم العظيم.. الصين في رحلة للكشف عن أسرار الكون

ستيف ناديس وشينج تونج ياو، مطبعة بوسطن الدولية (2015)

شهد مُصَادِم الهادرونات الكبير «LHC» ـ في مختبر سيرن الأوروبي لفيزياء الجسيمات ـ اكتشافات غَيَّرت قواعد اللعبة، ليس آخِرها اكتشاف بوزون هيجز في سنة 2012. وفي الوقت الحالي، بدأت تلوح في الأفق أفكار منافِسة (انظر: *Nature* **511**, 394–395; 2014). وفي هذا الكتاب ـ الذي جاء في صورة بيان وسرد تاريخي معضَّد ببراهين قوية ـ عرَض عالِم الفيزياء شينج تونج ياو، والكاتب ستيف ناديس أسبابًا مقنعة لإقامة «المُصادم العظيم»، الذي يبلغ محيطه 100 كيلومتر، والمقرر بناؤه في الصين؛ ليكون تحفة هندسية رائعة تضاهي سور الصين العظيم، ولكنها مصمَّمة لجذب حشود من الناس؛ من أجل «استنهاض الهِمَم؛ للتعاون في مجال الأبحاث».



رؤى عبر الأنفاق.. صعود وهبوط المُصادم الموصِّل الفائق

مايكل ريوردان وليليان هودسون وأدريان دبليو كولب، مطبعة جامعة شيكاجو (2015)

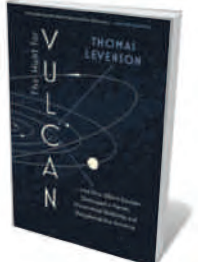
أدَّى إنهاء مشروع المُصادم الفائق القادر على التوصيل الفائق في عام 1993 إلى إهدار ما يزيد على 10 مليارات دولار، وكان وقْع الصدمة شديدًا على مجتمع «فيزياء الطاقة العالية» بالولايات المتحدة. وفي هذا الكتاب الضخم المتعمِّق، الذي يتناول هذا «التحول التاريخي»، يغطي كلٌّ من مايكل ريوردان، وليليان هودسون، المؤرِّخَيْن العلميين، وأدريان كولب ـ أمين المحفوظات بمعامل «فيرميلاب» ـ جميع الأسباب التي أدَّت إلى هذه النهاية المؤلمة، والتي ـ حسبما استنتجوا ـ يمكن إرجاعها إلى «عقلية الحرب الباردة»، وما يستتبع خوضها من تكلفة باهظة.



السيدة بايرون، وبناتها

جوليا ماركوس، دبليو دبليو نورتون (2015)

في الذكرى المئوية الثانية لآدا لوفلايس، الرائدة في مجال الحاسوب (R. Holmes *Nature* **525**, 30–32; 2015)، يجدر بنا أن نذكر والدتها الرائعة أنابيلا، التي انفصلت عن زوجها اللورد بايرن، الشاعر متقلِّب المزاج، الذي كان يلقِّبها بـ«أميرة الأشكال متوازية الأضلاع»، فقد كانت أنابيلا عالِمة رياضيات موهوبة، ولكنها كانت أيضًا مُصلِحة اجتماعية وتربوية راديكالية، حسبما كشفت جوليا ماركوس في هذه السيرة المبهرة. وبسبب مناصرة أنابيلا لإلغاء تجارة الرقيق، حازت أنابيلا إعجاب هارييت بيتشر ستوو، مؤلفة كتاب «كوخ العم توم» *Uncle Tom's Cabin* ـ الذي صدر في عام 1852 ـ التي دافعت عنها دفاعًا شرسًا، مُنَادِيَةً بحقوقها كامرأة في وجه كُتّاب سيرة بايرون، الذين وَجَّهوا إليها نقدًا قاسيًا.





ملاحقة فولكان

توماس ليفينسون، راندوم هاوس (2015)

لا تخفى نكهة الخيال العلمي في هذا التاريخ الحقيقي لكوكب خيالي تَسَلَّل خفيةً إلى السرد التاريخي للعلوم، والرمز العلمي الذي أخرجه إلى دائرة الضوء مرة أخرى. يسرد توماس ليفينسون قصة فولكان سردًا بديعًا، هذا الكوكب الافتراضي، الذي «لُوحِظ» في سنة 1860 تقريبًا؛ ليفسر تذبذبًا في مدار كوكب عطارد. وكان هذا بمثابة إطار لنظرية النسبية العامة ـ التي وضعها ألبرت أينشتاين ـ التي أغلقت الباب تمامًا أمام الفرضية القائلة بوجود هذا الكوكب. ويمرور ليفينسون عبر تاريخ العلوم من إسحاق نيوتن وما بعده، أماط اللثام بمهارة عن الطبيعة التطورية للفكر العلمي، والثورة المدهشة التي أطلقها أينشتاين.

من تراب النجوم

ستيفان كلاين، ترجمة: روس بنيامين، إكسبيرمنت (2015)

إن الزمرة البَرَّاقة من العقول العلمية التي استغرقت في التفكير في هذا الكتاب تمهِّد لقراءته قراءةً تدعو إلى إعمال القارئ بدوره لفكره. وفي هذه المجموعة ـ التي تُرجمت من الألمانية للمرة الأولى ـ يُجْرِي الكاتب العلمي ستيفان كلاين مقابلات مع شخصيات عدة، منها: سارة هردي، أخصائية علم الإنسان، ومارتن ريز، عالِم الفلك. ففي هذا الكتاب ستجد متعةً غامرة؛ إذ يستعين ريز بالمتجر متعدد الأقسام، كتشبيه يشرح بزوغ الحياة في أكوان متعددة، بينما تشبِّه الأخصائية النفسية أليسون جوبنيك الطفولة المبكرة بالمرة الأولى التي تطأ فيها قدمك باريس، حيث تنطلق بحيوية، مُدخِّنًا سجائر من ماركة «جولواز»، ومحتسيًا الإسبريسو. **باربرا كايسر**

مراسلات

فهرس العناكب في العالم

توجد مبادرة منهجية ناجحة في علم العنكبوتيات، بإمكانها أن توفر نموذجًا ثمينًا للتسليم السريع لبيانات التصنيف، يُحتذى به في غيرها من مجموعات الحيوانات. وحتى الآن، مَثَّل عدم إمكانية الوصول إلى كتابات التصنيف الكلاسيكية والمغمورة عقبة أمام تقدُّم هذا المجال.

وقد أصبح موقع فهرس العناكب في العالم (www.wsc.nmbe.ch) ـ الذي تم إطلاقه في العام الماضي، يحتوي على بيانات تصنيفية كاملة لنحو 46 ألف نوع موثَّق من العناكب، وكذلك يتضمن مجموعة من 13 ألف مرجع. وتُعتبر العناكب أكثر مجموعات اللافقاريات البرية ثراء بالأنواع، بعد الحشرات. وقد تم جمع أكثر من 97% من الكتابات عن العناكب حول العالم في 600 يوم فحسب، منذ أن بدأنا توصيل هدفنا إلى المجتمع البحثي. وتسجِّل قاعدة البيانات متوسطًا يوميًّا يبلغ 600 مشاهَدة، و400 تنزيل.

وولفجانج نينتفيج جامعة برن، سويسرا.
دانيال جلور متحف التاريخ الطبيعي، برن، سويسرا.
كريستيان كروف جامعة برن، ومتحف التاريخ الطبيعي، برن، سويسرا.
wolfgang.nentwig@iee.unibe.ch

يجب أن تقلِّل المختبَرات من المخلفات البلاستيكية

باتت حكومات عديدة تفرض رسومًا على الأكياس والزجاجات البلاستيكية التي تُستخدم مرة واحدة. وينبغي علينا ـ كباحثين مسؤولين ـ أن نقلِّل من استخدامنا لهذا النوع من البلاستيك (انظر أيضًا: G. Bistulfi *Nature* **502**, 170; 2013).

وطبقًا لحساباتنا التقديرية، استخدم 280 عالِمًا من علماء المختبرات في قسم العلوم الحيوية لدينا حوالي 267 طنًّا من البلاستيك في عام 2014 (البيانات من مكاتب الاستدامة والنفايات وإدارة الموارد في جامعة إكسيتر)، وهذا يساوي نحو 5.7 مليون زجاجة بلاستيكية فارغة، سعتها لتران. وهناك نحو 20,500 مؤسسة حول العالم تعمل في الأبحاث الحيوية والطبية والزراعية، حيث تكون معدلات استهلاك المواد البلاستيكية أعلى، ولذا.. فإن استهلاكها قد يصل إلى نحو 5.5 مليون طن من مخلفات المختبر البلاستيكية في 2014؛ أي ما يعادل حمولة 67 سفينة سياحية مجتمعة، ويساوي نحو 83% من كمية البلاستيك المعاد تدويرها على مستوى العالم في عام 2012.

ونحن نبرِّر استخدامنا للمنتجات البلاستيكية التي تُستخدم لمرّة واحدة على أساس التكلفة وتوفير الوقت، ولذا.. ينبغي على المؤسسات المانحة أن تقدِّم حافزًا لتقليل النفايات البلاستيكية، من خلال ـ على سبيل المثال ـ تمويل منشآت تنظيف المختبرات، ومنشآت إعادة التدوير، أو من خلال جعْل الممارسات المعملية صديقة البيئة شرطًا أساسيًّا في عملية التقديم على طلبات المِنَح.

موريشيو أوربينا جامعة إكستر، المملكة المتحدة، وجامعة كونسيبشيون، شيلي.
أندرو واتس، إيرين ريردون جامعة إكستر، المملكة المتحدة.
mauriciourbina@udec.cl

العلماء الهواة يساعدون في تشخيص الأمراض

لا ينال العلماء الهواة حقهم من التقدير، باعتبارهم مصدرًا من مصادر مراقبة الحالات الصحية. فدائمًا ما يعطون الباحثين دَفعةً في بداية البحث عن المؤشرات الحيوية (انظر، على سبيل المثال، التحديد المبدئي للمؤشرات الخفية لمرض باركنسون في مراحله المبكرة (go.nature.com/wggoss).

تقف الدقة والقدرة الإنتاجية العالية للتقنية التحليلية وراء غالبية الإنجازات في التشخيص الإكلينيكي (L. M. McShane *et al*. *Nature* **502**, 317–320; 2013). كما أن علم التحليل، وما يندرج تحته من أقسام فرعية، مثل دراسة بيولوجيا الأيض (دراسة البصمات الكيميائية التي تخلِّفها العمليات الخلوية) يُعَدُّ هو الآخر أمرًا حيويًّا لتوجيه القرارات الإكلينيكية (انظر: go.nature.com/l8pcde). ويُفترض في هذه الأدوات أن تكون على قَدْر من الأهمية في مجال البحث والاستفادة من الظواهر الطبية التي لم يُعْنَ العلماء الهواة بتسجيلها في السابق.

نيكولاس جيه. دبليو. راتراي* مركز البحوث الكيميائية الدقيقة والمتخصصة في علم الأحياء التخليقية (SYNBIOCHEM)، جامعة مانشستر، المملكة المتحدة.
nicholas.rattray@manchester.ac.uk
* بالإنابة عن خمسة مراسلين (للقائمة الكاملة.. انظر: go.nature.com/uy7w5n).



مهرجانات العلوم تخاطب جمهورًا محدودًا

تهدف مهرجانات العلوم إلى توسيع اهتمام عامة الناس بالعلم، لكننا نجد أن هذه الطريقة لتوصيل العلوم تروق بصورة رئيسة لشريحة نخبوية من الجمهور.

وكجزء من تقييمنا المستمر لطرق تطوير هذه الأنشطة (E. Jensen and N. Buckley *Public Underst. Sci.* **23**, 557–573; 2014 and E. Jensen *J. Sci. Commun.* **14**, Y05; 2015)، وجدنا أن جمهور الحاضرين في مهرجانات العلوم بالمملكة المتحدة هم من الحاصلين على مستويات عالية من التعليم، ولهم أوضاع اقتصادية أفضل من غالبية السكان. كما لاحظنا أن معظم الحاضرين هم من المهتمين بالعلوم على نحو غير متناسب، ويميلون إلى الاشتراك بكثافة في طيف واسع من الأنشطة الثقافية.

يعمِّق هذا النمط من الفجوة الاجتماعية والثقافية القائمة، عبر التوجه إلى مجموعة من المجموعات، دون غيرها. وبالنظر إلى ضخامة حجم الاستثمار في توصيل العلوم، ننصح العلماء والجامعات والحكومات بأن تشترط معايير أعلى لشمولية أنشطتها، وبأن تدعم ممارساتها في مهرجانات العلوم بأدلة مدروسة.

إريك إيه. جنسن جامعة وارويك، كوفنتري، المملكة المتحدة.
إريك بي. كينيدي جامعة ولاية أريزونا، تِمب، أريزونا، الولايات المتحدة.
مونيه فيريك معهد ابتكار التعليم، بورتلاند، أوريجون، الولايات المتحدة.
ericbkennedy@asu.edu

إغفال دور الباحثين المساهمين بالتساوي

بات من المألوف الآن أن يتم تضمين ملاحظات عن وجود «إسهام متساو» في الأوراق البحثية التي لها أكثر من باحث أول، أو أعلى رتبة، ولكن للأسف.. هذه المعلومة لا يتم حفظها في عمليات الأرشفة والاستشهاد. وهذا الإغفال يقلل من دور الباحثين المساهمين بالتساوي في الورقة البحثية، ولكنّ أسماءهم مدرجة لاحقًا فيها، وهو ما يثني العلماءَ عن المشاركة في الأعمال التعاونية والفرق البحثية، التي تُعتبر العمود الفقري للتطور العلمي الحديث.

وفي الوقت الحالي، يمكن الحصول على تفاصيل المساواة في المشاركة في البحث في الأوراق البحثية نفسها فحسب، حيث إن هذه التفاصيل ليست متاحة على مواقع الفهرسة، أو في الاستشهادات المرجعية، التي باتت المصدر الرئيس للمعلومات لأغراض البحث في النصوص العلمية.

لتصحيح هذا الإغفال، يحتاج القائمون على الأرشفة أن يقوم الناشرون بترميز المعلومات حول وضع الباحثين في شكل موحد. وعلى سبيل المثال.. يمكن للنشرات العلمية أن تضع نجمة بجوار أسماء الباحثين، للإشارة إلى

ILLUSTRATION BY PHIL DISLEY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المشاركة المتساوية، وذلك لخدمة أغراض الاستشهاد في المقالات. ونحن ندعو كل النشرات العلمية والمفهرسين ـ مثل «بابميد» PubMed، وخدمة «جوجل سكولار» Google Scholar، وشبكة العلوم في «طومسون رويترز» Thomson Reuters Web of Science ـ إلى تحديث أنظمتهم؛ لتعكس المشاركة في التأليف.

بريان براون؛ مريام ميراد كلية أيكان للطب في ماونت سيناي، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
brian.brown@mssm.edu

تصميم مبانٍ للإخلاء السريع

في عالمنا المُعرَّض للحوادث الإرهابية المتكررة (انظر، على سبيل المثال، *Nature* **528**, 7–8; 2015، و*Nature* **528**, 20–21; 2015)، أصبح من المهم التأكد من كون المباني مصمَّمة للإخلاء السريع في حالات الطوارئ، فتصميم نماذج للإخلاء يُعتبر مجالًا جديدًا نسبيًّا، يَستخدم أدوات حاسوبية؛ للتنبؤ بسلوك البشر في المبنى المنكوب. وتمثل الخوارزميات مجموعة من ردود أفعال البشر المحتمَلة في حالة حدوث مثل تلك الكارثة (انظر، على سبيل المثال، E. D. Kuligowski *et al.* US National Institute of Standards and Technology Technical Note 1680; 2010)

وتوفِّر النماذج معلومات حول استراتيجيات الإخلاء المُثلى، وتسمح بأن يتم اختبار المباني باستخدام سيناريوهات إخلاء واقعية وافتراضية. وبالتالي، فإنّ جعْل تضمين نماذج الإخلاء أمرًا إلزاميًّا في تصميم وتقييم المباني الحالية والمباني قيد التخطيط التي تُعْتَبر معرَّضة للخطر، أمرًا من شأنه أن يقلل من تأثير الهجمات الإرهابية على شاغلي هذه المباني.

إنريكو رونشي جامعة لوند، السويد.
enrico.ronchi@brand.lth.se

الطاقة النظيفة تدخل طورًا مثمرًا

وعدت الحكومة الأمريكية ـ في 30 نوفمبر الماضي ـ بمضاعفة التمويل العالمي لأبحاث الطاقة النظيفة (انظر: go.nature.com/n4qdsw). وفي الوقت ذاته، فإن عملية تطبيق تقنيات خفض الانبعاثات، للوفاء بتعهدات الدول حول المناخ في قمة الأمم المتحدة، التي انعقدت في باريس مؤخرًا، ستحفِّز ـ على الأرجح ـ ظهور ابتكارات كبيرة.

فمثل هذه التطورات التقنية تعني أن خفض الانبعاثات بالفعل يمكن أن يقلل تكلفة إجراء المزيد من خفض الانبعاثات في المستقبل (انظر: go.nature.com/j8ueaj). فعلى سبيل المثال.. انخفضت أسعار الوحدات الكهروضوئية للطاقة الشمسية بنسبة 85% منذ عام 2000 مع نمو الأسواق، وباتت تكلفة إنتاج الكهرباء من الرياح قريبة من تكلفة إنتاجها من الفحم، وباتت كذلك تقنيات تخزين الطاقة في تحسُّن مستمر.

هذا.. والبحث والتطوير المموَّلان من القطاع العام، والاستثمار المبكر من جانب القطاع الخاص، والتنفيذ الفعال.. كلها أمور مهمة للابتكار، حيث إن نمو سوق مصادر الطاقة المتجددة جاء ـ بشكل كبير ـ نتيجةً لسياسات الحكومات، التي أطلقت العنان لبراعة شركات القطاع الخاص في الأبحاث، وحققت اقتصاديات ذات مدى واسع، وإنتاجية أعلى (انظر أيضًا، J. E. Trancik *Nature* **507**, 300–302; 2014).

ويُعتبر الاعتراف بالتعزيز المتبادل بين خفض الانبعاثات وتحسين الطاقة النظيفة أمرًا مهمًّا للتفاوض من أجل صفقة مناخية طموحة طويلة الأمد. ومع تزايد الجهود الدولية، فإن انخفاض التكاليف سيسمح بالتوصل إلى اتفاق دولي؛ لتحديد مراحل لخفض الانبعاثات بمعدل يتلاءم مع مرحلة التنمية الاقتصادية التي تمر بها كل دولة.

جيسيكا ترانسيك معهد ماساتشوستس للتقنية، كمبريدج، الولايات المتحدة الأمريكية.
trancik@mit.edu

ازدهار الصين يأتي على حساب الأطفال

هناك نحو 61 مليون طفل صيني، تَخَلَّى عنهم آباؤهم، من أجل الهجرة بين عامي 2010، و2014، أي نحو 22% من أطفال البلاد (انظر: go.nature.com/clylrn باللغة الصينية). ويؤثر هذا الأثر الجانبي للتطور الحضري بعمق على الصحة العقلية والبدنية لهؤلاء الصغار الذين تم التخلي عنهم، ولا يجدون مَن يرعاهم. ونحن نحثّ الحكومة الصينية على أن تُفَاضِل بين هذه الخسارة الاجتماعية في مقابل المكاسب الاقتصادية، وأن تتخذ خطوات للتخفيف من حدّتها.

لقد كان هناك 274 مليون عامل مهاجر صيني في عام 2014، وهو رقم غير مسبوق، والأدلة متزايدة على الآثار السلبية لهذا الاضطراب على النمو البدني والنفسي والاجتماعي لبعض الأطفال. (Q. Li *et al*. *China Econ*. *Review* **36**, 367–376 (2015); G. Ding and Y. Bao *J*. *Child Psychol*. *Psychiatr*. **55**, 411–412 (2014)).

ورغم الإنجازات الاقتصادية الرائعة للصين، إلا أن خدمات رعاية الأطفال فيها لا تحصل على التمويل الكافي، ولا التطوير الملائم. وهناك حاجة ماسة إلى تعديل السياسات، وصياغة الاستراتيجيات المناسِبة لحل هذه المشكلة، وهذا يتضمن تطوير وتدعيم المساندة العائلية، والدعم المجتمعي، وتطوير المدارس.

يِنج يوان؛ لونج وانج، مستشفى شيانجيا، جامعة سنترال ثاوث، تشانجشا، هونان، الصين.
wanglong@csu.edu.cn

معالجة مصادر مياه الصرف محليًّا

باعتبارنا مشاركين في المبادرات الحكومية لإعادة استخدام ملوثات مياه الصرف في الاتحاد الأوروبي، والولايات المتحدة، والصين، نرى أن معالجة هذه الموارد بشكل غير مركزي يؤدي إلى مكاسب بيئية واقتصادية واجتماعية أكبر من تطوير المرافق المركزية على المدى القريب (انظر: W.-W. Li *et al. Nature* **528**, 29–31; 2015)، حيث إن مَرافق المعالجة وإعادة الاستخدام المحلية غير المركزية بإمكانها أن تتلافى تكاليف النقل والطاقة الباهظة، لإرجاع مياه الصرف المعالجة إلى مناطق أحواض تجميع المياه لإعادة استخدامها. كما أن تنقية المياه من خلال زيادة تركيز المواد المغذية يستهلك قدرًا هائلًا من الطاقة؛ فالبول يمثل 1% فحسب من الحجم الكلي لمياه الصرف الصحي، وهناك نحو 80% من النيتروجين، و50% من الفوسفات في مياه الصرف تأتي من البول.

برغم ذلك.. يمكن استعادة النيتروجين والفوسفور محليًّا من البول باستخدام مراحيض تحويل البول، التي تقلِّل بشكل كبير من حمولة المواد المغذية لمحطات الصرف الحالية (J. Elser and E. Bennett *Nature* **478**, 29–31; 2011). ويمكن تطبيق استراتيجيات مماثلة على الكربون، مما يؤدي إلى استعادة قدْر أكبر من الطاقة من خلال المعالجة المشتركة للرواسب وفضلات الغذاء، والالتقاط المباشر للكربون وتخزينه؛ بغرض التخفيف من حدة التغير المناخي.

تهدف الاستراتيجيات الدولية للمواد المغذية والطاقة والمياه ـ المعروفة بمبادرات «نيو» NEW ـ إلى تغيير شكل البِنْية التحتية للمياه؛ لتلائم معالجة الموارد. وبموازنة الأهداف قريبة الأمد، والطموحات بعيدة الأمد، سينتهي استعمال لفظة «مخلفات» المياه.

زييونج جاسون رين جامعة كولورادو، بولدر، الولايات المتحدة الأمريكية.
آرت أمبل شركة مونتجومري واتسون هارزا جلوبال، دنفر، الولايات المتحدة الأمريكية.
zhiyong.ren@colorado.edu

نصف العيِّنات تفشل في اختبار بقعة البروتين

إن الأجسام المضادة التي لا يتم توصيفها بشكل جيد تسببت في ارتفاع نسبة النتائج غير القابلة للتكرار (انظر، على سبيل المثال، *Nature* **527**, 545–551; 2015)، كما إن استخدام الأجسام المضادة المُعتمدة في سياقات تجارب غير مُعتمدة له الأثر السلبي نفسه.

ونحن في مختبَرات «أفيفا سيستيمز بيولوجي» بكاليفورنيا نستخدم أجسامًا مضادة تجارية محددة بدقة في فحوص البقعة المناعية؛ لاختبار أكثر من ألف عيِّنة بروتين متاحة من قِبَل المجتمع البحثي، حيث وجدنا أن جودة إعداد أكثر من نصف تلك العيِّنات فشلت في الوفاء بالشروط التقنية؛ للحصول على مؤشرات الفحوص التي تجعلها موثوقة.

وأدَّت العوامل التقنية البسيطة إلى إرباك وضوح حركة الجسيمات المتشتتة في المائع تحت تأثير مجال كهربائي ـ (أو ما يُسمى «الهجرة الكهربائية» ـ وكذلك إرباك إمكانية الكشف عن الأجسام المضادة في محاليل البروتين الخاصة بالباحثين. وتَضَمَّن ذلك تركيزات غير ملائمة للعينات، وعزل غير ملائم، وغياب علامات المعايرة، أو ضوابط المعالجة.

وبناء على ذلك... فحتى يتم تَبَنِّي معايير موحدة للبقعة المناعية على نطاق واسع (انظر: J. E. Gilda *et al*. *PLoS ONE* **10**, e0135392; 2015)، ستبقى مخاطرة عدم إمكانية تكرار النتائج من البيانات نفسها مستمرة، فلا ينبغي معاملة شركات إنتاج الأجسام المضادة على أنها نواد لزيادة فرص الباحث في الحصول على نتيجة إيجابية من تلك العيِّنات التي يتم أخذها على غير هدى.

مات لاندري أفيفا سيستيمز بيولوجي، سان دييجو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
ألدرين جوميز جامعة كاليفورنيا، ديفيس، الولايات المتحدة الأمريكية.
mlandry@avivasysbio.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

موريس سترونج

(2015-1929)

رجل النفط الذي كان أول مَن شغل منصب مدير برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

أصبح التغيُّر المناخي الناتج عن الأنشطة البشرية من الموضوعات التي يهتم بها الجمهور. وللمفارقة.. يرجع الفضل في ذلك إلى أحد رجال النفط ـ وهو موريس فريدريك سترونج ـ أحد أقطاب الوقود الأحفوري، وأول من شغل منصب المدير التنفيذي المؤسِّس لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، الذي وافته المنيّة في 27 نوفمبر الماضي.

كان سترونج أحد آخِر أفراد جيل الباحثين الذين تقلّدوا مناصب إدارية في كندا في فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية، وهو الجيل نفسه الذي ينتمي إليه رئيس الوزراء السابق ليستر بيرسون، حيث عايَش هذان الشخصان حقبة الكساد الاقتصادي العظيم، والحرب العالمية الثانية، وقرَّرا ألّا يعيد التاريخ نفسه؛ فجعل بيرسون مِن كندا بطلة العالَم في محاربة الفقر، وكان سترونج جنديًّا في الجيش الذي سخَّره بيرسون لبناء الأمة، إذ ساعد في مهمة بناء «الوكالة الكندية للتنمية الدولية» في عام 1968، وكذلك في تأسيس الشركة الوطنية للنفط «بيترو كندا» Petro-Canada في عام 1976.

وبفضل برنامج الأمم المتحدة للبيئة، توجد في كل حكومة ـ في وقتنا الحاضر ـ وزارة تهتم بشؤون الحفاظ على البيئة. ويُنسَب الفضل في إنشاء هذا البرنامج في عام 1972 بصورة مباشرة إلى المهارات الفريدة التي تحلَّى بها سترونج، إذ كان ماهرًا في تبسيط الموضوعات العلمية المعقدة، وتيسير فَهْمها لغير المتخصصين، كما كانت له مقدرة مميزة على بناء تحالفات غير عادية بين الفرقاء؛ من أجل دعم القضايا التي كان يهتم بها. وفي عام 2009، لَخَّص أسلوبه بالشكل التالي: «بدلًا من المواجهة، كنتُ أتعاون مع مَن أختلف معهم، فلَمْ أفرِض رأيي، بل كنتُ أراوغ، ولم يحدث أنْ تنازلتُ أبدًا».

وُلد سترونج في إبريل من عام 1929 في بلدة أوك ليك، الواقعة في الريف الكندي، لأسرة كانت تمر بأوقات عصيبة، حسبما كَتَب في سيرته الذاتية المؤثرة، التي كانت بعنوان: «إلى أين نحن ذاهبون بحق السماء؟» *Where on Earth Are We Going?*، عن دار نشر «كنوبف 2000»، حيث عبَّر قائلًا: «لقد سَلَب الكسادُ العظيم والدي سبلَ الرزق واحترامه لنفسه، كما دمَّر صحة والدتي؛ وقتلها في نهاية المطاف». وفي الشتاء، كانت ملابسه تتيبس بفعل التجمد، وفي كثير من الأوقات لم يكن هناك في البيت ما يؤكل، ما عدا الأعشاب، ونبات الهندباء. وقد ظل شبح العوز والجوع ـ الذي شهده سترونج في تلك الفترة ـ يطارده لسنوات طويلة من حياته.

وحينما جاء وقت مغادرته للمدرسة في عام 1943، كسب سترونج جائزة نقدية، كان يُفترَض أن تعينه على دفع نفقات الدراسة الجامعية، ولكنه استخدم هذه الأموال لدفع الديون المستحقَّة على والديه. ولم يلتحق سترونج بجماعات الشباب التي كانت متجهة إلى جبهات القتال. وبينما كان ينتظر قطار البضائع على مقربة من منزله، وقع نظره على نسخة ملقاة من الصحيفة المحلية. وقرأ سترونج في ذلك العدد أن ونستون تشرشل، وفرانكلين روزفلت قرَّرا أن يعملا معًا على توحيد الأمم بعد نهاية الحرب، وعندها قرَّر سترونج أن يسهم في هذه المهمة.

وعلى مر العقدين التاليين، شق سترونج طريقه في مجالين، ينظر إليهما الكثيرون على أنهما متناقضان، إذ



KEYSTONE PICTURES USA/ALAMY STOCK PHOTO

كان أحد أقطاب صناعة النفط، حيث أَسَّس شركات، وباع واشترى غيرها. كما اكتسب معرفة لا تُبارَى، وخبرة لا تُضاهَى في مجال الطاقة، وفي النهاية أصبح ثريًّا. وكان للثروة التي اكتسبها سترونج من النفط غرض آخر، إذ كانت جواز مروره إلى دوائر النخبة في كندا، حيث جَذَب صيت سترونج ومقدرته على توليد الثروة إلى جذب انتباه الوزراء، الأمر الذي مَكَّنه من الالتفات إلى تحقيق طموحاته في الخدمة العامة في كندا، وعلى مستوى العالم.

وفي عام 1969، بينما كان سترونج يدير برنامج المعونة الكندي، طلبت السويد منه النصح بشأن كيفية إنقاذ مؤتمر عالمي عن البيئة من محاولات إفشاله. وكان من المقرر أن يتم عقد ذلك المؤتمر في ستوكهولم في عام 1972. ولم تُبْدِ سوى بلدان قليلة رغبتها في المشاركة، كما بدا أن هناك دولًا سَجَّلَت رغبتها في الحضور كانت تتمنى فشل هذا المؤتمر. وفي ذلك الوقت، لم تكن الدول النامية قد اقتنعت بعد بأنه يوجد ما يهدد البيئة. وحينها، قام سولي زوكرمان ـ المستشار العلمي السابق للحكومة البريطانية ـ بوصف سترونج بأنه «متطرف»، زاعمًا أن التدهور البيئي قابل للانعكاس.

كانت لدى الدول النامية مخاوف أخرى، إذ رأت دولٌ طامحة إلى التحول إلى دول صناعية هذا المؤتمر بمثابة مؤامرة للإبقاء عليها تحت وطأة الفقر. فقد قال محبوب الحق، مسؤول الاقتصاد الأساسي السابق في باكستان آنذاك: «دول العالم الثالث ليست قلقة من تدهور جودة الحياة بمقدار قلقها على الحياة ذاتها». كما هددت دول الكتلة السوفيتية بمقاطعة المؤتمر، لأن الولايات المتحدة طالبت باستبعاد ألمانيا الشرقية الشيوعية من حضور المؤتمر.

باشر سترونج العمل، وبوصفه السكرتير العام للمؤتمر، قام بتعيين عالِم من الاتحاد السوفيتي في فريق عمله، الأمر الذي مَكَّنه من فتح خط تفاوض مباشر مع موسكو.

كما طلب أيضًا من الدول النامية أن تضع أجندة الاجتماع، وكانت الرسالة من وراء هذه الخطوة أنه يمكن لهذه الدول أن تحمي بيئاتها، من غير أن تضحِّي بطموحاتها الصناعية، كما ينبغي على الدول الغنية أن تساعد على تمويل قيام الدول النامية بإنجاز هذه الأهداف. ولكي يتمكن من التصدي لاعتراضات العلماء البريطانيين، استعان سترونج بخبرات فريق من معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج، كان قد فرغ لِتَوِّه من نشر كتاب «عقبات النمو» *The Limits to Growth*، عن دار نشر «يونيفيرس»، في عام 1972.

قام سترونج أيضًا بتعيين باربرا وورد، المحررة السابقة للشؤون الخارجية في مجلة «الإيكونوميست»، التي تحولت إلى مُدَافِعة عن البيئة، في فريق عمل المؤتمر؛ وذلك لكي تعادل تأثير دبلوماسيّ الدول الغنية المتشككين. وبطريقة ما، استطاع سترونج إقناع أنديرا غاندي ـ رئيسة وزراء الهند حينئذ ـ أن تُلْقِي الكلمة الافتتاحية في المؤتمر.

انتهى مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية بخطوات عملية، إذ قاد هذا الاجتماع إلى إنشاء كيان جديد في الأمم المتحدة؛ لمراقبة البيئة العالمية، متخذًا من مدينة نيروبي في كينيا مقرًّا له. وظل سترونج في منصب المدير التنفيذي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة حتى عام 1975. وبعد عقدين من الزمان، طلبت منه الأمم المتحدة أن يقود قمة الأرض، التي عُقِدت في ريو دي جانيرو، والتي ترتب عليها إبرام ثلاث اتفاقيات إضافية، هي: الاتفاقية الإطارية بشأن تغيُّر المناخ، واتفاقية التنوع الحيوي، وفي وقت لاحق.. اتفاقية مكافحة التصحر.

رغم ما سبق.. كان هناك مَن لم تعجبهم قدرات سترونج الدبلوماسية، إذ اعتبره الكثيرون من العاملين في مجال صناعة الطاقة من مناصري البيئة المتخفِّين، بينما كانت المجموعات البيئية تنظر إليه باعتباره ممثلًا لشركات النفط العملاقة. كما هاجمه حزب اليمين، باعتباره ممثلًا لحكومة كبيرة. وواقع الأمر أنه لم يحرز برنامج الأمم المتحدة للبيئة ـ ولا الاتفاقيات البيئية ـ سوى القليل من التقدم في مضمار إبطاء التغير المناخي، أو الحدّ من معدلات فقدان التنوع الحيوي.

إنّ هذا الفشل لا يمكن أن يُلْقَى على عاتق سترونج وحده، إذ تشير هذه الانتكاسات إلى عيب في بِنْية البيئة العالمية، التي ساعد سترونج على تأسيسها، حيث تحتاج الاتفاقيات العالمية صديقة البيئة إلى قادة متفرِّدين، وكان موريس سترونج آخِر هؤلاء القادة. وهكذا، شَكَّلَت وفاته نهاية مرحلة تاريخية مهمة. ■

إحسان مسعود يعمل محررًا في دورية «ريسيرش فورتنايت» *Research Fortnight*. وكتابه القادم بعنوان: «الاختراع العظيم.. قصة الناتج المحلي الإجمالي، وصناعة العالَم الحديث، وهَدْمه» *The Great Invention: The Story of GDP and the Making and Unmaking of the Modern World*.

البريد الإلكتروني: ehsan.masood@researchresearch.com

تويتر: @ehsanmasood

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

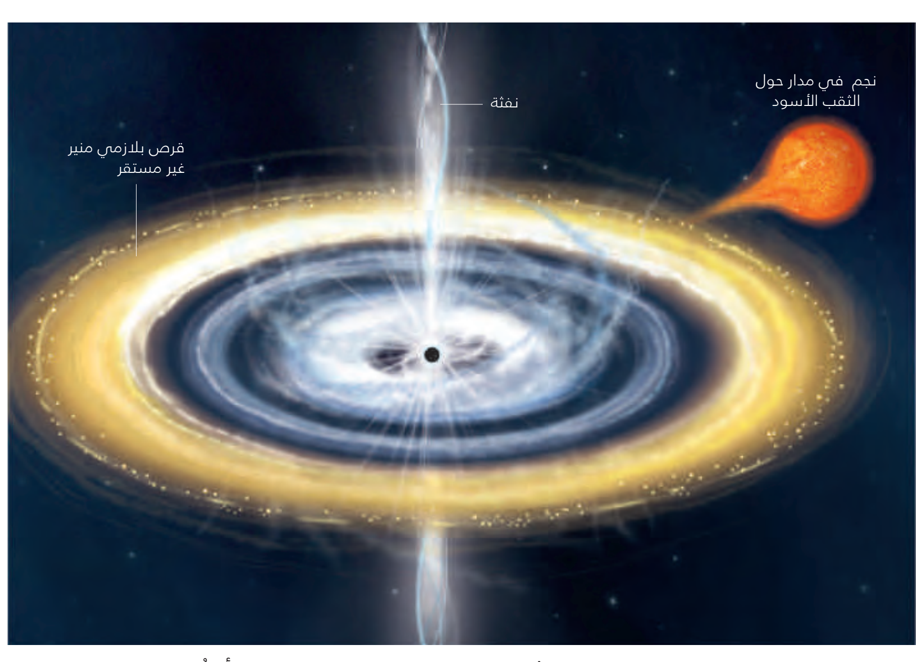
أبحــــاث

أنبـاء وآراء

فيزياء الكمّ زيادة التحكم في الجسيمات الكمية يسمح بترابط غير تقليدي لأنواع مختلفة من الأيونات **ص. 61**

علم المواد مُرَكَّبات بالغة المتانة تزيد احتمال استخدام الماغنسيوم في صناعة هياكل السيارات **ص. 66**

الانقسام الخلوي معادلة بسيطة لشرح عملية الانقسام غير المتماثل في خلايا محددة بالذباب **ص. 68**



الشكل 1 | نبضات ضوء من تراكم كتلي غير منتظم في الثقوب السوداء. يمكن للثقوب السوداء أن تُراكم مادة من نجوم تدور حولها. ويُعتقد أن المادة تهوي لولبيًّا نحو الثقب الأسود على شكل قرص من البلازما، ويؤدي الاحتكاك في القرص إلى تحرير طاقة على شكل إشعاع كهرومغناطيسي. وتُطرد البلازما التي لا يُمكِن مراكمتها على شكل نفثة. ويقترح كيمورا وزملاؤه[3] أنه لا يمكن للإمداد بالمادة المتساقطة في منظومات من مثل V404 Cygni أن يملأ القرص بين النجم المرافق والثقب الأسود على نحو مستمر، فيؤدي ذلك إلى تفاوت في كثافة المادة في القرص. ويقدح ذلك التفاوت إشعاعات متقلبة من الأشعة السينية (الخطوط البيضاء الصادرة عن الثقب الأسود) بالقرب من الثقب، تؤيِّن ذرات الهيدروجين في الجزء الخارجي من القرص، وتولِّد نبضات من الضوء المرئي (المنطقة الذهبية)، وفقًا لما رصده المؤلفون.

فيزياء فلكية

لماذا تنبض الثقوب السوداء على نحو ساطع؟

يمكن للثقوب السوداء أن تُنتِج اندفاعات متقلبة من الإشعاع، اعتُقد أنها تقترن بمادة تتساقط فيها بوتائر عالية. ونبضات الضوء المرئي المرصودة من ثقب أسود تعقِّد تلك الصورة.

بوشاك جاندي

يُعَدُّ تراكم المادة في الثقوب السوداء طريقة فعالة لتحويل الكتلة إلى طاقة، وهو أكثر فعالية بكثير من عملية الاندماج النووي الذي يغذي الضوء الصادر عن النجوم. وخلافًا للاندماج، فإن الفيزياء التي تقف وراء التراكم ما زالت غير مفهومة، برغم مرور أكثر من 40 سنة على تحديد ثقوب سوداء متنامية بالتراكم في درب التبانة[1,2]. يقدم كيمورا وزملاؤه[3] أرصادًا رائعة أُجريت أثناء حدث لنمو ثقب أسود تراكميًّا، ويبيِّنون أن الإشعاع المرئي الصادر من جوار الثقب الأسود يتقلب على نحو مثير، بانتظام أحيانًا، وبعدم انتظام أحيانًا أخرى، بطريقة لم تتنبأ بها النماذج. لقد قُرنت سابقًا تقلبات من ذلك النوع بمعدلات عالية من المادة المتساقطة في الثقب، لكن المؤلفين يقولون إن التقلبات المرصودة يمكن أن تحصل، حتى لو كان معدل السقوط منخفضًا. إن فَهْم هذا السلوك يمكن أن يساعد الفلكيين على فهم أفضل لأحداث التراكم العنيفة في الثقوب السوداء.

دَرَس الباحثون الثقب الأسود لكوكبة الدجاجة V404 Cygni، الذي يبعد 2.4 كيلو فرسخ فلكي عن الأرض. وكوكبة الدجاجة منطقة في السماء، يحبها المتخصصون في الثقوب السوداء، لأنها تؤوي عدة ثقوب سوداء تراكمية ساطعة أخرى، ونجومًا نترونية. وفي شهر يونيو من عام 2015، شهد V404 Cygni «اندفاعة» تراكمية قصيرة الأجل، دامت نحو أسبوعين، وأدى ذلك بها لتصبح لمدة قصيرة واحدًا من أسطع منابع الأشعة السينية الكونية خارج المجموعة الشمسية. إن جاذبية الثقب الأسود قوية بقدر يكفي لانتزاع مادة من سطح نجم مرافق يدور حوله، وتتحرر الطاقة الكامنة في هذه المادة المتساقطة في الثقب جزئيًّا على شكل الإشعاع الكهرمغناطيسي المرصود.

ويُعتقد أن المادة المتساقطة هي بلازما حارة ممغنطة، لكن لو كانت تلك المادة تندفع مباشرة إلى الثقب الأسود؛ لاختفت طاقتها فورًا من دون أي سطوع. إن الصورة المعتادة للتراكم ـ بدلًا من ذلك ـ هي أن البلازما تعمل بوصفها سائلًا لزجاً يهوي لولبيًّا نحو الثقب الأسود على شكل قرص، وأن طاقتها تتحرر نتيجة للاحتكاك في القرص. وتُطرد أي بلازما لا تستطيع التراكم، وذلك على شكل تيار ضيق سريع "نفثة"، أو على شكل ريح مندفعة إلى الخارج.

وإذا كان ثمة توازن بين البلازما المتراكمة والطاقة المبددة بالاحتكاك؛ تراكمت الكتلة باطراد، لكن التغيرات التي تحصل طبيعيًّا في معدل تراكم الكتلة يمكن أن تُحْدِث اضطرابًا في ذلك التوازن، وأن تسبِّب سلوكًا متأرجحًا غير مستقر، يتمثل في فترات من التراكم المحسَّن الذي يفرغ أجزاء من القرص، تتبعها فترات أكثر هدوءًا، يُعاد فيها ملء تلك الأجزاء، وتبدأ بعدها الدورة من جديد. والمثال التقريبي لذلك هو الملء والتفريغ المتكرران لنافورة خيزران يابانية.

لقد رُصد سلوك من هذا القبيل في منظومة ثقب أسود آخر، هو الثقب GRS 1915+105 في كوكبة العُقاب، الذي يشهد مستويات عالية من مراكمة الكتلة. تحصل عدة فئات من التقلبات المتكررة في هذه المنظومة، لكن في إصداراتها المرصودة من الأشعة السينية[4] فقط. ويربط كيمورا والعاملون معه فيما بين GRS 1915+105، وتقلبات الضوء المرئي في V404 Cygni، لكنهم يدركون على نحو قاطع أن التقلبات الأخيرة تحصل بمعدل لتراكم الكتلة أقل كثيرًا من الحالة السابقة. وبكلمات أخرى.. لا يقترن السلوك التكراري حصريًّا بأحداث تراكم شديد للكتلة.

يُعَدّ V404 Cygni هدفًا مهمًّا للدراسة، لعدة أسباب. فقد كان أول شيء مَجَرِّي تقع كتلته (تِسْع كُتَل شمسية) على نحو وثيق ضمن مجال الكتل المقترنة بثقوب سوداء[6,5]. وبُعده عن الأرض معروف أيضًا بدقة أعلى من

دقة مسافات الثقوب السوداء الأخرى[7]. يُضاف إلى ذلك أنه يبدو شديد السطوع حين مراكمته للمادة، برغم كونه مستترًا جزئيًّا خلف غازٍ وغبارٍ ما بين النجوم. ولو كان ذلك الستار غير موجود، لكان V404 Cygni واحدًا من أبعد الأشياء في درب التبانة التي يمكن أن تُرى بالعين المجردة في السماء المظلمة في يونيو 2015. ونظرًا إلى أن V404 Cygni موصَّف جيدًا جدًّا، تمكَّن كيمورا وزملاؤه من اقتراح آلية لتفسير تقلبات الضوء المرئي.

يقترح المؤلفون أنه في منظومات من مثل V404 Cygni، وGRS 1915+105، ثمة حيز كبير نسبيًّا من الفضاء بين الثقب الأسود، والنجم المرافق له، وهذا ما يسمح بتكوُّن قرص كبير، لكن الإمداد بالمادة المتساقطة من النجم المرافق ليس كافيًا لملء قرص من ذلك النوع بدَفْق مستمر. ومن دون دَفْق مستمر، يصبح معدل التراكم غير مستقر، ويمكن أن يتفاوت كثيرًا (الشكل 1). ويقدح ذلك التفاوت بدوره إشعاعات متقلبة من فوتونات الأشعة السينية العالية الطاقة بالقرب من الثقب الأسود، تضيء القرص كله بالتأثيرات النبضِيّة المرئية المرصودة.

يبيِّن المؤلفون أن هذا التفسير يتطلب أن يكون القرص كبيرًا جدًّا، وقريبًا من حجمه الأعظمي الممكن. يُضاف إلى ذلك.. أن تقلبات الأشعة السينية التي رصدوها من V404 Cygni أقوى كثيرًا من تقلبات الضوء المرئي. إن تلك الحقائق المحيرة تحتاج إلى إيضاح. ويجب أيضًا تحديد ما إذا كانت نفثة الثقب الأسود تتبع تلك التقلبات، أم لا، وكيف تفعل ذلك. وسوف تُستقصى الترابطات المقترحة بين التقلبات المرصودة، وبين تلك الناجمة عن GRS 1915+105 بالتفصيل في المستقبل بلا ريب. وهذا سوف يساعد الباحثين على فهم المسألة آنفة الذكر في ضوء وفرة الأرصاد الداعمة، التي يقوم بتحليلها حاليًّا فلكيون في مختلف أنحاء العالم.

إن الاندفاعات من الثقب الأسود غير قابلة للتنبؤ بها، ويمكن لبعضها أن يدوم أسبوعين، أو حتى أقل من ذلك. ولذا.. فإن التنسيق على المستوى العالمي، والمراقبة على مدار الساعة، ضروريان كي نفهم فيزياء تلك الأحداث الاستثنائية. وهذا ينطوي على تحديات، خصوصًا حين تنسيق الأرصاد فيما بين التليسكوبات الفضائية، وتلك التي على الأرض. لقد أنعشت اندفاعات V404 Cygni في العام الماضي مساعي فلكيِّي الثقوب السوداء؛ للتصدي لتلك التحديات، بعَقْد مؤتمر واحد على الأقل، مكرَّس كليًّا لهذا الموضوع. ويمكن للهواة أيضًا أن يسهموا بجزء مفتاحي من هذه الجهود. فقد جمع كيمورا وزملاؤه بيانات من كثير من التليسكوبات الصغيرة، التي يتألف بعضها من عناصر بصرية، لا تزيد أقطارها على 20 سنتيمترًا، وهذا يبيِّن أن الحجم ليس مهمًّا بالضرورة، بل التعاون هو المهم. ■

بوشاك جاندي يعمل في قسم الفيزياء والفلك في جامعة ساوثامبتون بالمملكة المتحدة.
e-mail: p.gandhi@soton.ac.uk

1. Bowyer, S, Byram, E. T., Chubb, T. A. & Friedman, H. *Science* **147,** 394–398 (1965).
2. Webster, B. L. & Murdin, P. *Nature* **235,** 37 (1972).
3. Kimura, M. *et al. Nature* **529,** 54–58 (2015)
4. Fender, R. P. & Belloni, T. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **42,** 317 (2004).
5. Casares, J., Charles, P. A. & Naylor, T. *Nature* **355,** 614–617 (1992).
6. Khargharia, J., Froning, C. S. & Robinson, E. L. *Astrophys. J.* **716,** 1105 (2010).
7. Miller-Jones, J. C. A. *et al. Astrophys. J.* **706,** L230–L234 (2009).

التحفيز الكيميائي

تعقيد درجة التقارب

تعمل المحفزات التي تحتوي على نوعين من المواضع النشطة على تقسيم الجزيئات الهيدروكربونية طويلة السلسلة إلى جزيئات ذات سلاسل أقصر، وأكثر إفادة. والأبحاث المتعلقة بالتحكم في عملية التكسير النانوية في المواقع النشطة للمحفزات تتحدى قواعد التصميم المتعارف عليها لهذا النوع من المحفزات.



JOHN GUILLEMIN/BLOOMBERG VIA GETTY

الشكل 1 | منشأة التكسير الهيدروجيني في مدينة جدانسك، بولندا.

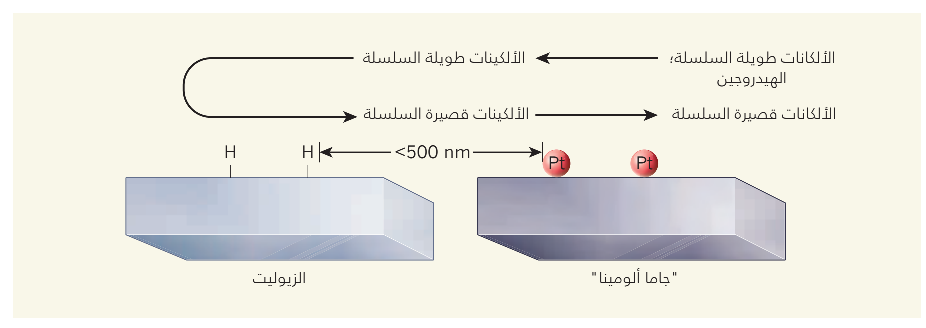
روجر جليسر

تنتج صناعة النفط كلًّا من وقود الطائرات النفاثة والديزل باستخدام عملية التحفيز، التي تُدعى علميًّا بالتكسير الهيدروجيني، حيث يتم فيها تكسير سلسلة الهيدروكربونات الطويلة إلى سلاسل أقصر، وأكثر إفادة. وفي كل عام تتم عملية التكسير الهيدروجيني لأكثر من 250 مليون طن من الهيدروكربونات[1] (الشكل 1). وتتكون المواد الحفازة من سيليكات حمضية ذات مسام مجهرية، تُسمى "زيوليت"، وكذلك معدن نبيل، حيث يتم ربطهما معًا باستخدام مادة رابطة[1].

يشير زيسيفتش وزملاؤه[2] إلى التقدم الهائل في تصميم محفزات التكسير الهيدروجيني، التي تعمل بدورها على تحسين انتقائية التفاعل، مما يؤدي إلى تشكيل المزيد من المنتجات المرغوبة. وتنسف هذه النتائج الاعتقاد القائل إن مواضع المعادن النبيلة ومواضع الحمض يجب أن تكون قريبة من بعضها البعض قدر الإمكان؛ لضمان عامل محفز فعّال، إذ إن المسافة بين مواضع الحمض ومواضع المعادن النبيلة في محفزات التكسير الهيدروجيني يجب أن تكون أقل من القيمة القصوى المحددة في "معيار درجة التقارب"، الذي ذُكر لأول مرة[3] في عام 1962. وتحفِّز مواضع المعادن تفاعلات نزع الهيدروجين، التي تعمل على تحويل المواد الهيدروكربونية المشبعة المتفاعلة "الألكانات" إلى مركبات هيدروكربونية غير مشبعة، تُسمى "الألكينات"، حيث يجب انتشار هذه المركبات في موضع الحمض، لكي تمر بمرحلة المصاوغة (التماثل في التركيب)، ومرحلة التكسير (الانقسام إلى جزيئات أقصر؛ الشكل 2).

وإذا كانت مواضع المعادن بعيدة جدًّا عن مواضع الحمض؛ ينخفض النشاط التحفيزي، ولكن يمكن التغلب على قيود الانتشار في عملية التحفيز، عن طريق استيفاء معيار درجة التقارب. وقد اختبرت الدراسات السابقة معيار التقارب بين المسافات البينية للمواضع، وفقًا للمقياس الميكرومتري، أو ما يعلوه فحسب. ويدرس زيسيفتش وزملاؤه حاليًّا محفِّزَين، تم التحكم فيهما عن طريق وضع البلاتين على مسافات نانومترية من مواضع الحمض، حيث تحتوي المحفزات على جسيمات بلاتين بقُطْر 3 نانومترات تقريبًا، وتتوزع هذه الجسيمات تبعًا لحجمها، بحيث يتم حمل المعدن بشكل انتقائي، إما على مركب الزيوليت، أو على مادة الربط المسماة "جاما ألومينا" γ-alumina. كما كان المحتوى العام للبلاتين متقاربًا في كلا المحفزين بفارق في الوزن أقل من 1%. ويكمن سر الضبط النانومتري في استخدام تفاعلات المركب الأولي للمعدن النبيل ودعامه. كما يتمثل أحد أهم إنجازات الباحثين في هذا الصدد في استخدام تقنيات الفحص المجهري الإلكتروني المتطورة؛ لإثبات أن المحفزات المركبة تمتلك عوامل بنيوية متطابقة، وذلك باستثناء مواضع البلاتين.

الشيء المهم الآخر هو التركيز على تجارب تصميم المحفزات، حيث تَمَكَّن الباحثون ـ باستخدام المركبات الهيدروكربونية مع جزيئات ذات سلاسل كربونية مختلفة الطول والحجم ـ من إبراز تأثير تقارب المواضع على



الشكل 2 | المسافات البينية بين المواضع النشطة لمحفزات التكسير الهيدروجيني. تتفاعل جزيئات مركب الألكان ذي السلاسل الكربونية الأطول مع الهيدروجين، وذلك في وجود حافز صلب؛ لإنتاج جزيئات ألكان أقصر. وتُسمى هذه العملية بالتكسير الهيدروجيني. ويتكون المحفز من معدن نبيل (مثل البلاتين pt)، موجود على الداعم وهو مادة "جاما ألومينا"، ومادة صلبة مسامية، تُسمى "زيوليت"، حيث تحتوي على مواضع الحمض (المشار إليها بذرات الهيدروجين). ويقوم المعدن بتحويل الألكانات طويلة السلسلة إلى ألكينات وسيطة طويلة السلسلة، ثم تنتشر هذه الألكينات بعدها في مواضع الحمض، حيث يتم تماثلها في التركيب، وتكسيرها إلى ألكينات قصيرة السلسلة، ثم تنتشر هذه الألكينات في مواضع البلاتين، حيث تتفاعل مع الهيدروجين لتشكيل الألكانات قصيرة السلسلة، مع ملاحظة أن الألكينات تنتشر بين مواضع المعدن والحمض بنسبة محدودة، إذا كانت المسافة بين المواضع أكبر من 500 نانومتر. وقد أعد زيسيفتش وزملاؤه[2] محفزات ذات انتقائية تحفيزية مطورة، بالمقارنة بالمحفزات التقليدية، وذلك عن طريق التحكم في المسافة بين مواضع الحمض والمعدن على مقياس النانو.

نشاط المحفز والعملية الانتقائية. كما أظهر الباحثون أن ما يحدث في عملية تحويل كل من مركب "n– ديكان" n-decane، والمركب ذي السلسلة الأطول "n- نانو ديكان" n-nonadecane إلى منتجات أخرى عن طريق التكسير، هو نفس ما يحدث في عملية استخدام المحفز، الذي تقوم فيها مادة "جاما ألومينا" بدعم البلاتين، وهذا ما يحدث عند تحقيق معيار درجة التقارب المحددة لتنشيط هذه التفاعلات، إلا أن عملية تحويل البريستان ـ وهو أحد مركبات الألكانات ذات الجزيئات كبيرة الحجم ـ تحدث بمعدل أقل مما كانت عليه في المركبات الأخرى، مما يدل على أن انتشار المركبات الوسطية للتفاعل بين المواضع النشطة للمعدن والحمض يحدّ من النشاط التحفيزي في هذه الحالة.

وما يثير الدهشة في هذا الأمر هو أن غالبية المنتجات المُصاوغة ـ متماثلة التركيب ـ المرغوبة، ومنتجات ثانوية قليلة غير المرغوبة الناتجة عن عملية التكسير، يتم تشكيلها من مركب "النانو ديكان" بشكل أكبر من مركب "الديكان"، وذلك عند استخدام محفز "بلاتين-ألومينا" بشكل أكبر منه عند استخدام محفز "بلاتين-زيوليت". وهذا يدل على أن انتقاء التفاعل للمنتجات المرغوبة يكون أعلى عند استخدام المحفز الأول، إلا أن مواضع المعدن والحمض متقاربة من بعضها البعض في المحفز الثاني أكثر مما هي عليه في المحفز الأول، وبالتالي يبدو أن الفرق في انتقائية المنتج يتناقض مع الفهم التقليدي لمعيار درجة التقارب. ويمكن تفسير هذا عند استغراق الجزيئات الهيدروكربونية ذات السلاسل الأطول قدرًا أكبر من الزمن في مركب الزيوليت ذي المسامات الدقيقة في المحفز الثاني، وبالتالي تمر بعمليات تكسير متعددة في مواضع الحمض.

وعندما تستقر جزيئات البلاتين على مادة "جاما ألومينا"، بحيث تظل قريبة من المواضع الحمضية، تنتشر الألكينات الوسيطة الناتجة عن عملية التكسير الهيدروجيني باتجاه الزيوليت، وتتماثل في التركيب بسرعة. ويرى الباحثون أن تفاعلات الألكينات تحدث على مقربة من السطح الخارجي لبلورات الزيوليت، بحيث يمكن أن تُلفَظ بسهولة، وتُحمل من جديد إلى مواضع المعادن على مادة "جاما ألومينا". ورأى الباحثون أنفسهم[4] أن هذه الآلية مسؤولة عن تفاعلات الهيدروكربونات طويلة السلسلة على الطبقات الخارجية للزيوليت ذي المسام متوسطة الحجم. وقد اتضح الآن ـ بشكل مقنع ـ أنها صالحة للزيوليت ذي المسامات الكبيرة، وهو موضع دراسة زيسيفتش وزملائه.

لذلك.. من الواضح أن النشاط الحفزي والانتقاء لا يعتمدان على المسافة بين المواضع النشطة والأبعاد الجزيئية للمواد المتفاعلة فحسب، بل يعتمدان أيضًا على إمكانية وصول الجزيئات إلى المواضع النشطة، وعلى معدل نقل الجزيئات بين المواضع. وقد تكون هذه العوامل أكثر أهمية عندما تتم معالجة مواد التغذية الأكثر تعقيدًا، مثل الدهون والزيوت المستخلَصة من الموارد المتجددة، أو عندما تحتوي المحفزات على أكثر من نوعين من المواضع النشطة، أو على نظم بنيوية مسامية معقدة[5]. وفي مثل هذه الحالات.. يُعتبر إثبات فوائد تقارُب المواضع بالمقياس النانوي أكثر صعوبة بالمقارنة مع عملية التكسير الهيدروجيني البسيطة نسبيًّا للمواد الهيدروكربونية وحيدة العنصر الخاصة بمحفز "زيوليت-بلاتينيوم" ثنائي الوظيفة المدروس هنا.

تخلص هذه الدراسة إلى نقطتين مهمتين، يمكن الاستفادة منهما: أولًا، يجب أن تتوحد استراتيجيات التحضير، وتقنيات الإظهار البصري الحديثة، والدراسات المتعمقة لعمليات التحفيز، وأن ترتبط تلك الاستراتيجيات مع بعضها البعض؛ لتحسين كفاءة المحفزات المعقدة متعددة الوظائف. ثانيًا، غالبًا ما تكون تأثيرات انتقال الكتلة بارزة، لدرجة أنها يمكن أن تتحكم في تحويل المواد المتفاعلة على المحفزات الصلبة[6]. ولهذا.. لا بد من أخذ هاتين النقطتين بعين الاعتبار، وتطويرهما للشكل الأمثل، وذلك ليس بالنسبة إلى المحفز الإجمالي، أو حجرة التفاعل الكلي فحسب، بل أيضًا بالنسبة إلى مواضع العامل المحفز على المقياس النانوي. وهذا يمثل تحديًا للقائمين على التجارب، والباحثين في الجوانب النظرية. وعلى نطاق أوسع، فإن طريقة زيسيفتش وزملائه ـ المتعلقة بعملية التحكم في البنية النانوية لمحفزات التكسير الهيدروجيني ـ قد تفيد في عديد من العمليات الأخرى التي تَستخدم المحفزات الصلبة، بما في ذلك تحويل الموارد المتجددة (مثل الدهون، والزيوت، أو الكتلة الحيوية) إلى منتجات أكثر قيمة، أو "ترقية" الهيدروكربونات الثقيلة إلى مركبات أكثر إفادة. ■

روجر جليسر يعمل في معهد التكنولوجيا الكيميائية، جامعة لايبزيج، لايبزيج 04103، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: roger.glaeser@uni-leipzig.de

1. van Veen, J. A. R., Minderhoud, J. K., Huve, L. G. & Stork, W. H. J. in *Handbook of Heterogeneous Catalysis* Vol. 6 (eds Ertl, G., Knözinger, H., Weitkamp, J. & Schüth, F.) 2778–2808 (Wiley-VCH, 2008).
2. Zečević, J. *et al. Nature* **528,** 245–248 (2015).
3. Weisz, P. B. *Adv. Catal.* **13,** 137–190 (1962).
4. Martens, J. A. *et al. Angew. Chem. Int. Edn* **34,** 2528–2530 (1995).
5. Garcia-Martinez, J. & Li, K. (eds) *Mesoporous Zeolites* (Wiley-VCH, 2015).
6. Kärger, J., Ruthven, D. M. & Theodorou, D. N. *Diffusion in Nanoporous Materials* Vol. 2, 807–837 (Wiley-VCH, 2012).

فيزياء الكم

تَشَابُك يتعدَّى إطار الأيونات المتماثلة

توسيع نطاق التحكم في الجسيمات الكمية يسمح بالتشابك والترابط غير التقليدي لأنواع مختلفة من الأيونات، ما يتيح فرصًا لتطوير تقنيات كَمِّيَّة جديدة.

توبياس شيتز

التشابك ظاهرة متميزة، تؤدي إلى اشتراك جسيمين أو أكثر في حالة كمية واحدة، أي أنه لا يمكن وصف كل جسيم بشكلٍ مستقل. وقد أشار تان وزملاؤه[1]، وبالانس وزملاؤه[2] ـ فيٍّ بحوث نشروها ـ إلى رصْدهم لأول مرة أزواج من الأيونات المتشابكة المتضمنة نوعين ذريين مختلفين؛ إذ استخدموا هذه الأنظمة المتشابكة لاختبار التتابعات المحيرة لميكانيكا الكَمّ بدقة، لم يسبق لها مثيل، ما سمح لهم باتخاذ الأيونات المحاصرة كمِنَصّة تجريبية لتكنولوجيا الكَمّ، وتقييم إمكاناتها العملية من أجل توظيف التأثيرات الكمية في تطبيقات، مثل الساعات الذرية، والحوسبة الكمية.

تتطلب ميكانيكا الكَمّ أن تكون الأجسام قادرة على الوجود بحالتين مختلفتين في آنٍ واحد، وإن تعارضتا. ولتصوُّر مثل هذا التراكب، تخيلْ إبرة مغنطة في بوصلة كمية افتراضية، تشير إلى الشمال والجنوب في الوقت نفسه؛ فرصد اتجاه الإبرة سيخلص عشوائيًّا إلى احتمال

من احتمالين، غير معلوم، وغير محدد مسبقًا. أما في حالة وجود إبرتين، فيمكن لهما أن تتشابكا، وحين تتشابك الأجسام، تحدِّد الحالة العشوائية تمامًا المرصودة لأي جسم منهم حالة الجسم الآخر في اللحظة ذاتها. لذا.. فنتيجة رصد الحالة لحظية، ولا تعتمد على المسافة بين الأجسام المتشابكة.

كان أينشتاين ضمن مؤسسي نظرية ميكانيكا الكَمّ، لكنه أدرك هو وزملاؤه أن تبعات مسألة التشابك مناقِضة بشدة للحِسّ الحدسي، والمفاهيم المنطقية المستندة على الفهم الأصلي للطبيعة، ما دفعه هو وغيره إلى طرح بعض التجارب الإبداعية[3]، التي يمكن أن تُستخدم لإظهار أن نظريتهم كانت بعيدة عن الاكتمال، إلا أن المتطلبات العملية الأساسية اللازمة لإجراء تلك التجارب بدت وكأنها تتجاوز قدرات أيٍّ من الباحثين في ذلك الزمن، أو حتى في المستقبل، ما دفعهم لتسميتها "*Gedankenexperiment*"، أي "تجارب فكرية".

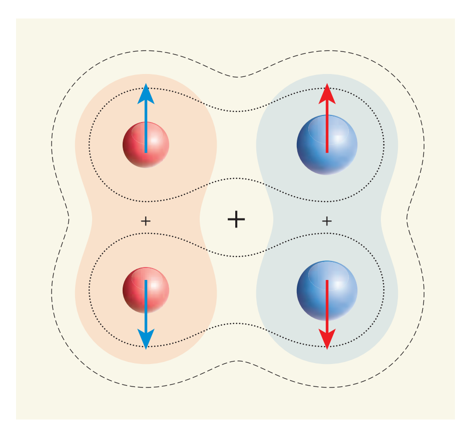
وبذلك.. تأتي أبحاث تان وزملائه، وبالانس وزملائه لإظهار دقة نظريات ميكانيكا الكَمّ، حتى في حالة تشابك جسمين غير متطابقين؛ إذ قام تان وزملاؤه بتشبيك أيون بريليوم-9 ($^9Be^+$) مع أيون مغنسيوم-25 ($^{25}Mg^+$)، في حين استخدم بالانس وزملاؤه اثنين من نظائر الكالسيوم، $^{40}Ca^+$ و$^{43}Ca^+$. ولتصورْ كيف قاموا بإحداث التشابك، افترِضْ أن أيونات كل زوج هي بمثابة إبر ممغنطة يمكن أن تشير إلى اتجاه واحد من اتجاهين. يشبه هذا السلوك سلوك جسيم يدور بعزم مغزلي بقيمة ½+، أو ½-، تلك القيم غير المرتبطة ببعضها هي أحد الأشكال الكمية للعزم الزاوي.

وبإنشاء مجالات ضوئية مناسبة بواسطة أشعة ليزر، أو مجالات موجات ميكروويف، ينشأ تفاعل مغناطيسي حديدي يدفع الحركة المغزلية لتلك الأجسام المختلفة إلى التماثل. وبعبارة أخرى.. إذا أُعِدّ الأيون الأول بحيث تظل حركته المغزلية متجهة إلى أعلى نحو الشمال (↑)، فسيضع التفاعل المغناطيسي الحديدي حركة الأيون الثاني في الاتجاه نفسه (↑).

بطريقة مماثلة.. أَعَدّ الباحثون الحركة المغزلية الأولى في حالة من التراكب (↓+↑)، عن طريق إبطال المجالات الإشعاعية التي تغيِّر الحركة المغزلية، بعد الالتفاف 90 درجة، ثم استحثوا تفاعلًا مغناطيسيًّا حديديًّا، يضع الحركة المغزلية الثانية في حالة تراكب متشابكة مع الأولى، تتبع الترتيب المغناطيسي الحديدي (↓↓+↑↑)؛ أي أن الجزء المتجه إلى أعلى (↑) في حالة التراكب الخاصة بالأيون الأول يتسبب في التفاف اتجاه الأيون الثاني إلى أعلى (↑)، والجزء المتجه إلى أسفل (↓) يتسبب في التفاف الأيون الثاني إلى أسفل (↓) (الشكل 1). وهنا، اتضحت الطبيعة الكمية لتلك العلاقة الناشئة، وحين قام الباحثون برصد الحركة المغزلية للأيون الأول فقط؛ كانت النتيجة عشوائية تمامًا، لكنها حددت حركة الأيون الثاني في اللحظة ذاتها، فبالرصد.. كانت حركة الثاني دائمًا مطابقة للأول.

من الممكن إيجاد ترابط بين عمليات رصد الأجسام التقليدية، خاصة مع وجود متغيرات مخفية، أو غير معروفة، لكن تقليدية. ويمكن استنباط الترابط الأضخم في شكل متباينة رياضية، تُسمى متباينة "بل" Bell. في التجارب الحالية، يُستخدم شكل مختلف منها، يُسمى متباينة "بل CHSH"، تبلغ قيمة الحدّ الأقصى للارتباطات التقليدية فيها 2، لكن التشابك يتطلب ارتباطات كمية تتجاوز هذا الحد؛ ما يعني أنه يمكن انتهاك متباينة "بل" بحد أقصى يقارب 2.828.

وبإجراء الاختبارات التجريبية لمثل تلك الانتهاكات للمرة الأولى[4] في عام 1982، ثبت أن التشابك ضروري لوصف الطبيعة. ومنذ ذلك الحين، تم استبعاد أي أوجه قصور محتملة في أي تجارب مجراة؛ للبحث عن انتهاكات متباينات "بل"[5,6]، إلا في حدود الخطأ الإحصائي. فمن جانبه، أشار تان وزملاؤه إلى حد انتهاك، تصل قيمته إلى 2.70، مع بعض الشكوك التي تَستبعِد أي وصف قديم للطبيعة، إذ تعادل نتائجهم الابتعاد بنحو 40 انحرافًا معياريًّا عن القيمة التي يمكن الحصول عليها باستخدام التفسيرات القديمة. وبحساب الأخطاء التي حدثت أثناء الإعداد لدراسة بالانس وزملائه، وأخطاء قراءة النتائج فيها، يبلغ الحد الأقصى



الشكل 1 | تشابُك أيونين مختلفين. يمكن للأيونات الفردية أن توجد في حالة كمية واحدة من حالتي التحرك المغزلي: إما أن تكون متجهة إلى أعلى (↑)، أو تكون متجهة إلى أسفل (↓). تسمح أيضًا ميكانيكا الكَمّ للأيونات بتكوين حالة تراكب (↓+↑)، يمكن فيها للحالتين أن تُوجَدا في الوقت نفسه. أَعَدّ تان وزملاؤه[1]، وبالانس وزملاؤه[2] أزواجًا متشابكة من الأيونات، مكونة من نوعين ذريين مختلفين، إما عناصر مختلفة، أو نظائر مختلفة من العنصر نفسه. ظَهَر كل أيون وكأنه في حالة تراكب (↓+↑) ـ المناطق المظللة ـ بيد أن التشابك يولّد حالة مترابطة (↓↓+↑↑)، تحدّها الخطوط المتقطعة الظاهرة في الرسم، بينما تشير الخطوط المنقطة إلى الارتباطات المغزلية. وهو ما يعني أن قياس حالة أي أيون منهما يؤثر على حالة الآخر في اللحظة ذاتها؛ أي أن الأيونين اللذين اعتُبرا مستقلين في السابق، لا بد الآن من اعتبارهما كيانًا واحدًا.

النظري لمتباينة "بل" 2.236؛ كما يرصد الباحثون انتهاكًا بمقدار 2.228، مع نسبة شكّ تشير إلى أن القيمة تختلف بخمسة عشر انحرافًا معياريًّا عن أي وصف قديم.

إن تلك النتائج تؤكد أنه يمكن للعلم والهندسة على مستوى الكميات الفردية اكتشاف ووصف ميكانيكا الكَمّ بدقة، لم يسبق لها مثيل، وبكفاءة تقترب من 100%. كما توضح كذلك بشكل رائع كيفية قياس ومقارنة الأداء الكَمِّي الكلي لنظام ما، إذ إن قُرْب قدر الانتهاكات المُثبَتة تجريبيًّا من الحدود النظرية يُتيح قياس جودة وأداء ودقة العمليات الكمية، وتمثيل كل منها برقم.

وإضافة إلى ذلك.. تحسِّن النتائج بشكل كبير من إمكانات تصميم أجهزة تَستخدِم التراكب والتشابك، من خلال الأيونات المحاصرة، أو أنظمة أخرى ذات صلة، كموارد يمكن الاعتماد عليها. ويمكن الآن لمهام مختلفة ضمن بروتوكول تجريبي عام أن تُخصص للنوع الذري الأنسب للغرض المطلوب، مثل الذاكرة الكمية، والقيام بالعمليات المنطقية ذات التأثير الضعيف على عناصر الذاكرة الكمية القريبة، والتواصل مع أجهزة مبنية على مَنَصّات تكنولوجية أخرى، مثل الأجهزة الضوئية، أو الترانزستورية. يمهِّد ذلك الطريقَ لتحليل طيفي دقيق، وساعات فائقة الدقة، وأجهزة محاكاة للنظم الكمية، كما يمكن أن تتيح النتائجُ تصميم حواسب كمية عامة، قادرة على إجراء عدة مهام مترابطة ومتراكبة بالتوازي، ما يوفر أداء أفضل بكثير من المتاح حاليًا باستخدام الحواسب العادية، إذ يمكن ـ على سبيل المثال ـ بلوغ سرعات مضاعفة؛ لإجراء تطبيقات معينة. ■

توبياس شيتز يعمل في معهد الفيزياء بجامعة ألبرت لودفيج بفرايبورج، فرايبورج 79104، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: tobias.schaetz@physik.uni-freiburg.de

1. Tan, T. R. *et al. Nature* **528,** 380–383 (2015).
2. Ballance, C. J. *et al. Nature* **528,** 384–386 (2015).
3. Einstein, A., Podolsky, B. & Rosen, N. *Phys. Rev. A* **47,** 777–780 (1935).
4. Aspect, A., Grangier, P. & Roger, G. *Phys. Rev. Lett.* **49,** 91–94 (1982).
5. Rowe, M. A. *et al. Nature* **409,** 791–794 (2001).
6. Hensen, B. *et al. Nature* **526,** 682–686 (2015).

الميكروبيوم

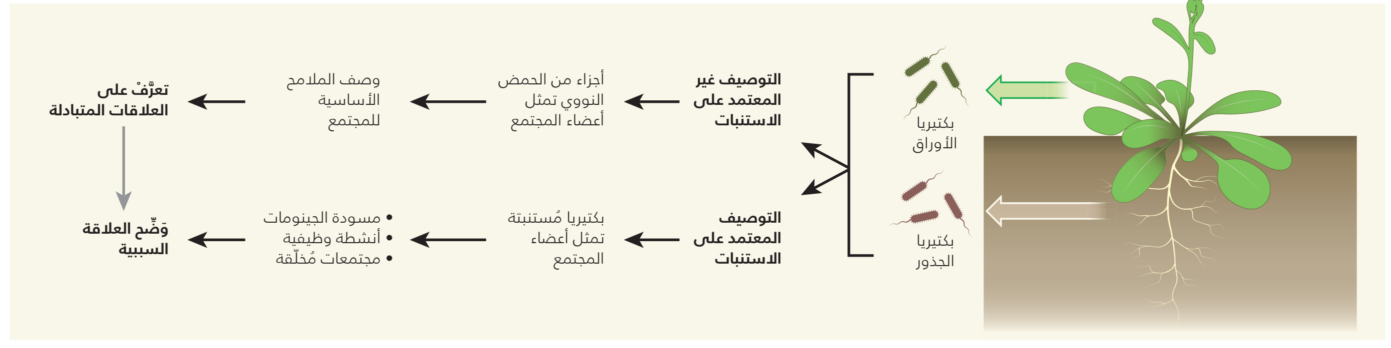
النباتات ومجتمعاتها المجهرية

إن العمليات واسعة النطاق، التي تُجرى لاستنبات البكتيريا المستوطنة لأوراق وجذور نباتات *Arabidopsis*، وكذلك رصد تتابع الجينوم الخاص بها، مَهَّدت الطريق للبحث في كيفية تكوين المجتمعات الميكروبية، وكيفية قيامها بعملها.

جوين إيه. بيتي

تعيش مجموعات كبيرة متشابكة من الكائنات المجهرية في التربة، وفي البحار المحيطة بنا، وفي أجسامنا كذلك. وتكوِّن هذه الكائنات ـ بمحتواهاالجينومي ـ علاقات وطيدة مع النباتات التي تسكن معها، حيث يمكن لها أن تُحسِّن من امتصاص الغذاء فيها، وأن تعزز من نموها، ومقاومتها لمسبِّبات الأمراض، وكذلك الآفات والضغوط البيئية. وقد أدَّى إدراك الدور الجوهري ـ مؤخرًا ـ الذي تلعبه تلك الميكروبات في صحة النباتات والحيوانات، ووجودها في لب الكثير من العمليات البيئية إلى تقديم مقترحات لإنشاء مبادرات دولية[1] وأمريكية[2] خاصة بدراسة الميكروبيوم؛ الأمر الذي سلَّط الضوء على الحاجة المُلِحَّة لاستنبات وتنمية مجموعات من الكائنات، بغرض البحث التجريبي في كيفية عمل مجتمعاتها الأصلية وتكوينها[1]. يصف باي وزملاؤه[3] في بحث نشروه مجموعات البكتيريا المُستنبَتة، التي رُصِد تتابعها الجينومي، والتي تمثل غالبية أنواع الميكروبيوم المرافقة في الأصل للجذور والأوراق في نبات *Arabidopsis*

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | من العلاقات المتبادَلة إلى السببية. تتضمن عملية تحديد الملامح الأساسية للمجتمعات الميكروبية (غير المعتمِدة على الاستنبات) تحديد التتابع الجيني لأجزاء الحمض النووي المستنسَخة من الخلايا؛ لتكوين صورة كاملة لأعضاء هذه المجتمعات. ويمكن استخدام هذه الملامح التعريفية، للتعرف على العلاقات المتبادلة، مثل وجود ميكروبات معينة على الأوراق، مقارنةً بالجذور، وتقييم مدى تمثيل المجتمعات المستنبتة للمجتمع الكامل. وقد أنشأ باي وزملاؤه[3] مجموعات كبيرة من البكتيريا المصاحبة لأوراق وجذور نباتات *Arabidopsis thaliana*، ووجدوا أنها تمثل الأنواع الموجودة في توصيفات العينات غير المعتمِدة على الاستنبات المعملي. واستخدم الباحثون المجموعات المُستنبتة تلك، لاستنتاج مسودة الجينومات، وتقييم الأنشطة الوظيفية المحتملة، وتوليف مجتمعات تسمح بالتقييم المعملي للعوامل المحفزة؛ لتكوين المجتمعات الميكروبية الخاصة بالجذور والأوراق، حين تطبق على نباتات خالية في الأصل من الميكروبات.

thaliana؛ وبذلك أثبتوا أن هذه المجموعات يمكن استخدامها للتكاثر، وإنشاء مجتمعات تمثل تلك الموجودة طبيعيًّا على النوع البري من هذه النباتات.

من خلال عملية رصد التتابع الجينومي ذي الإنتاجية العالية، يمكن تحديد سمات الميكروبيوم، بناءً على علامات الحمض النووي، والمحتوى الجيني الكامل لمجتمع ما، وهو ما يُسمى "علم الجينوم الجَمْعِي"، أو "الميتاجينوم". وكلما زادت القدرة على تحمُّل تكاليف تلك العملية؛ زاد اتساع وعمق هذا التوصيف. وحيث لا يتطلب هذا النهج استنبات الكائنات، فقد غيَّر فهْمنا للتكوين التصنيفي، والمحتوى الجيني للميكروبيوم الخاص بالنبات أو الحيوان، فعلى سبيل المثال.. كَشَفَ تحليلٌ لعدة عينات من مجهريات البقعة لجذر نبات *Arabidopsis* في بيئته الطبيعية عن وجود تطابق فيما بين العينات المختلفة، بغض النظر عما إذا كانت العينة تنتمي إلى القارة نفسها[4,5] أم إلى السلالة نفسها[6] من النبات، أم لا، وهو ما يُستنتج منه أن تجمُّعات الميكروبيوم المختلفة تمر بالظروف البيئية نفسها، إضافة إلى كونها محفوظة من الناحية التطورية.

والكشف عن طرق تكوين الميكروبيوم يتطلب قدرة على التلاعب بمجتمعات الميكروبات، وهو ما يتضمن توفير مجتمعات مخلَّقة؛ أي أن البحث التجريبي في تلك الكائنات لا يتطلب بيانات التسلسل الجيني فقط، بل يحتاج أيضًا إلى مستنبتات معملية من الميكروبات (الشكل 1).

وقد قام باي وزملاؤه بجَمْع ما يقرب من 8,000 عينة بكتيرية، عُزلت من جذور وأوراق نباتات *Arabidopsis* المزروعة في الحقل ـ أو في المعمل ـ في تربة مأخوذة من الحقل، وقاموا بتعريفها. اشتملت هذه العينات على نماذج لأغلب أنواع البكتيريا التي تم التعرف عليها في بيئات الميكروبيوم الخاصة بنبات *Arabidopsis*، عن طريق التشخيص غير المعتمِد على الاستنبات[4-8]، ما يشير إلى توافر أغلب البكتيريا المصاحبة لأوراق وجذور هذا النبات في بيئته الطبيعية، وهو ما يتعارض بشدة مع ما يُعرف عن عدم إمكانية استنبات أغلب أنواع البكتيريا في التربة، وفي البيئات المائية[9]. ويعود ذلك ـ على الأرجح ـ إلى غِنَى بيئات الجذور والأوراق بالمركبات العضوية والأكسجين. ومن ثم، يبرز اكتشاف إمكانية تمثيل هذه المجتمعات، من خلال الاستنبات لقيمة ميكروبات النبات، كنماذج لبحث طرق تكوين الميكروبيوم، وكيفية عمله.

تنتمي البكتيريا المصاحبة لجذور وأوراق النباتات الأرضية تصنيفيًّا إلى عدد محدود من الشُّعب، وتُوجد معًا في أنسجة الجزءين[4-8]. وباستنبات مجموعات ميكروبية تمثل التصنيفات المختلفة، ممثَّلة في تلك المأخوذة من الجذور (التي عُزِلَت منها 194 عينة)، والأوراق (التي عُزِلَ منها 206 عيِّنات)، أوضَّح باي وزملاؤه أن الشُّعب البكتيرية توجد في أنسجة الجذور والأوراق. ومع ذلك.. فغالبًا ما تظهر وظائف الميكروبيوم ـ لاسيما فيما يتعلق بتأثيره على النبات المضيف ـ عند مستوى النوع، والنوع الفرعي، والسلالة، ويتم رصد المعلومات عند هذه المستويات عن طريق تتابع الجينوم الكامل.

كَوَّن الباحثون مسودة عالية الجودة للتسلسل الجينومي الخاص بتلك العينات الـ400 المعزولة من الجذور والأوراق، إضافة إلى 32 عينة أخرى، أُخذت من التربة، ودرسوا كيفية ارتباط التنوع التطوري السلالي والوظيفي في تلك العينات ضمن فصائلها الميكروبية بأصلها، إنْ كانت من الجذور، أو من الأوراق. ووجدوا بعض الأدلة على التخصص الميكروبي لبيئة كل منهما؛ حيث وُجدت تجمعات قليلة من التطور السلالي، إما في إحدى البيئتين فقط، أو بشكل أساسي في واحدة منهما عن الأخرى، كما تعزز وجود بعض الصفات الوظيفية ـ كتكسير المواد الكيميائية الغريبة مثلًا ـ في إحدى البيئتين أكثر من الأخرى، إلا أن تصنيف العينات الحيوي أشار إلى تنوعها الوظيفي بشكل أفضل بكثير عن عملية تحديد أصلها، حيث أشارت الاختلافات البارزة التي وجدوها في ذلك على مستوى الفصيلة إلى أهمية دراسة كيفية إسهام المجموعات التصنيفية المتباينة في وظيفة الميكروبيوم.

ويمكن للمجتمعات الميكروبية المُخلَّـقَة أن تُستخدم للبحث في عمليات الميكروبيوم الطبيعية بشكل منهجي، حيث أدخل باي وزملاؤه مجتمعات مُخلَّقَة، مكوَّنة من 188 عينة معزولة من مجتمعات الجذور، أو التربة، و218 عينة من مجتمعات الأوراق إلى نباتات *Arabidopsis* معروفة المعايشة، أي تلك الخالية في الأصل من الكائنات المجهرية، التي تم تلقيحها بكائنات محددة ومعلومة، ثم قاموا بتقييم التجمعات التي تكونت عليها، عن طريق كشف التتابع الجيني للجينات التي تساعد على تعريف الأصناف (وهي جينات الحمض النووي الريبي الريبوسومي 16S)؛ فوجدوا أن المجتمعات المُخلَّقة قد أنتجت تجمعات على تلك النباتات متماثلة في التكوين؛ ما أظهر قدرة إنتاجية لتكوين الميكروبيوم، كما تتماثل تركيبتها مع أنواع الميكروبيوم البكتيري الأصلية الموجودة في نباتات *Arabidopsis* البرية. ومن المدهش أن تلك المجتمعات الناتجة لم تتأثر بنسب السلالات المستعملة، وهو ما يدل على أن عملية تكوينها عملية مستمرة ومتواصلة.

أثبتت المجتمعات المُخلَّـقَة كذلك فعالية في التفريق بين عاملين مُحفِّزين، لتكوين مجتمعات الميكروبيم على أوراق نبات *Arabidopsis*، هما مصدر العينات ـ إما الجذور، أو الأوراق ـ وطريقة وصولها من خلال الهواء، أو التربة. وتوضح هذه النتائج كيف تكون تلك المجتمعات المُخلَّقَة بمثابة نوافذ للتعرف على تطور وأصل البكتيريا الموجودة ضمن تجمعات الميكروبيوم في النبات.

نحن نقف على منعطف خطير في مجال بحوث الميكروبيوم، إذ إننا ننتقل الآن من مرحلة فهرسة الميكروبات والجينات إلى مرحلة تنفيذ تجارب مبنية على فرضيات. فقد قدَّم باي وزملاؤه موارد، مِن شأنها أن تُسرِّع من وتيرة هذا الانتقال في مجال بحوث النبات، حيث قدَّموا مجموعة كبيرة من المُستنبتات، ومجتمعات مُخَلَّقة ومعقدة ـ مع جينومات وُضع تتابعها بالفعل ـ إضافة إلى نظام إعادة بناء للنباتات، معروف المعايشة. ومن خلال كل ذلك.. يمكن الإلمام بعمليات تكوين المجتمعات البكتيرية الأصلية على نباتات *Arabidopsis*، ومن ثم تسهِّل تلك الموارد إجراء الدراسات البيئية التي تُجيب عن تساؤلات حول إنشاء الميكروبيوم النباتي، وآلياته ومرونته، ووظيفته، وكذلك تطوره. إن فَهْمنا لآليات الميكروبيوم عن طريق المجتمعات المُخلَّقة يُعَدّ خطوة رائعة على طريق فهْمنا لكيفية تأثُّر صحة نُظمنا الزراعية والطبيعية وإنتاجيتها بالميكروبيوم النباتي، وبشكل أوسع.. تأثُّرها بالنظم البيئية النباتية phytobiome، وهي شبكات من البكتيريا، والفطريات، والفطريات البيضية، والفيروسات، والديدان الخيطية، والحشرات، إضافة إلى حيوانات أخرى تؤثر على النباتات أيضًا. ■

جوين إيه. بيتي يعمل في قسم علم أمراض النبات وعلم الأحياء المجهرية، جامعة ولاية آيوا، آميس، آيوا 50014-3211، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: gbeattie@iastate.edu

1. Dubilier, N., McFall-Ngai, M. & Zhao, L. *Nature* **526,** 631–634 (2015).
2. Alivisatos, A. P. *et al. Science* **350,** 507–508 (2015).
3. Bai, Y. *et al. Nature* **528,** 364–369 (2015).
4. Bulgarelli, D. *et al. Nature* **488,** 91–95 (2012).
5. Lundberg, D. S. *et al. Nature* **488,** 86–90 (2012).
6. Schlaeppi, K., Dombrowski, N., Oter, R. G., van Themaat, E. V. L. & Schulze-Lefert, P. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **111,** 585–592 (2014).
7. Edwards, J. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **112,** E911–E920 (2015).
8. Horton, M. W. *et al. Nature Commun.* **5,** 5320 (2014).
9. Rappé, M. S. & Giovannoni, S. J. *Annu. Rev. Microbiol.* **57,** 369–394 (2003).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مختارات المحررين مما نُشر في عام 2015

نقدم هنا مقتطفات من مقالات مختارة، نُشرت في قسم "أنباء وآراء" على مدار العام الماضي.

فيزياء الكَمّ

التجارب تقضي على الواقعية المحلية

هوارد وايزمان (*Nature* 526, **649–650; 2015**)

يتكون الكون من أشياء حقيقية توجد في الفضاء، وتتغير فقط من خلال التفاعلات المحلية، بيد أن ميكانيكا الكَمّ تشير إلى كون فرضية الواقعية المحلية البديهية تلك فرضية خاطئة، برغم عدم وجود أي تجربة قاطعة ـ حتى الآن ـ لإثبات ذلك. يتطرق هنسن وزملاؤه إلى أول انتهاك لأحد الاشتراطات المسماة متباينة "بل"، وذلك في ظل الظروف التي تَحُول دون وجود تفسيرات بديلة للبيانات التجريبية. ومتباينة "بل" هي علاقة رياضية، تأخذ في الاعتبار إحصاءات القياسات المُحصَّلة لمجموعتين، أو أكثر، وكذلك إعدادات عملية القياس. لنفترض أن كل مجموعة موجودة في مختبَر منفصل تمامًا، وأنه تم اختيار إعدادات عملية القياس، وتم القياس، وأيضًا حُصِّلَت النتائج.. كل ذلك في وقت قصير بما يكفي، بحيث تكون الطريقة الوحيدة التي يمكن أن تؤثر بها خيارات مجموعة منهم على نتاج مجموعة أخرى هي من خلال تأثيرات تتجاوز سرعتها سرعة الضوء. عندها، حسب التعريف الأصلي لمتباينات "بل"، ستستوفي جميع تلك المتباينات شروط كافة النظريات الواقعية المحلية، إلا أن التجربة التي تنتهك متباينة "بل" تشير إلى بطلان إمّا كونها محلية، أو كونها واقعية. وبذلك.. تُعتبر تجربة هنسن وزملائه المطرقة التي وَضَعَت المسمار الأخير في نعش الواقعية المحلية.

البحث الأصلي: *Nature* **526,** 682–686 (2015).

الخلايا الجذعية

تجديد خلوي غير متماثل

أنو سومالاينن (*Nature* 521, **296–298; 2015**)

إن الفروق بين الخلايا الوليدة الناتجة عن انقسام غير متماثل لخلية جذعية ليست مُبْهَمة. وإحدى الخلايا الوليدة ترث صفة الخلود من الخلية الأم، بينما تضطر الأخرى لمغادرة موطن الخلايا الجذعية، وتمايز لتصبح خلية متخصصة. وقد أشار كاتاجيستو وزملاؤه ـ في منشور لهم بدورية "ساينس" *Science* ـ إلى أن إحدى العضيات الخلوية (وهي الميتوكوندريا) يظهر من خلالها تمييز تفاضلي أثناء الانقسام غير المتماثل لخلية جذعية، إذ تحصل الخلية الجذعية الوليدة على معظم الميتوكوندريا المنتَجة حديثًا. تستخدم الميتوكوندريا الأكسجين لحرق الدهون، والسكريات، والأحماض الأمينية، ومن ثم تولِّد منتجات جانبية تُسمى أنواع الأكسجين التفاعلي "ROS"، وهي جزيئات تأشير قوية، يمكن أن تُدمِّر، إذا زادت مستوياتها عن الحد المقبول. وتعمل البروتينات الخاصة بالميتوكوندريا بفاعليتها الكاملة على تقليل إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلي تلك؛ ولذا.. فليس من المستغرَب أن ينحصر رونق الخلايا الجذعية الأساسي في تلك العضيات. أما الخلية الوليدة الأخرى الملتزِمة بالتحول إلى نوع معين من الأنسجة، فهي تحتاج إلى الميتوكوندريا القديمة، إذ يرتبط ارتفاع مستوى أنواع الأكسجين التفاعلي بعملية التمايز، فيمكن لتوزيع الميتوكوندريا غير المتماثل أن يقدم دفعة أنواع الأكسجين التفاعلي اللازمة لبدء تلك العملية.

البحث الأصلي: *Science* **348,** 340–343 (2015).



NASA/NOAA

علم الكواكب

مَيْل القمر تجاه الذهب

روبن كانوب (*Nature* 527, **455–456; 2015**)

يُعتقَد أن تصادمًا هائلًا مع الأرض قد خلق قرصًا مداريًّا من الحطام حولها، وهو ما شَكَّل القمر. وبرغم أنه من المفترَض أن أي قمر يتشكل من تصادمات "غير مرنة" بين حطام كهذا سيدور بالقرب من الخط الاستوائي للأرض، إلا أن مدار القمر حاليًّا يشير إلى أن مداره الأول كان يميل بشكل كبير عن خط الاستواء. قام بهلفان وموربيديلي بالبحث بأساليب حسابية في تأثيرات الأجسام الكبيرة المحيطة على وضع المدار الأول للقمر، كتلك الأجسام التي يُعتقد أنها أسهمت في إيصال الكتلة الأخيرة التي شَكَّلَت ما يقرب من 1% من كتلة الأرض إليها، إذ يمكن لأي جسم يقترب من القمر من أي اتجاه عشوائي أن يزيد أو ينقص مِن مَيْل مدار القمر. وقد أظهرت النتائج التي خلص إليها الباحثان وجود احتمال كبير بأن تسبِّب أحداث التشتت العشوائي تلك ـ بأثر تراكمي ـ مَيْل المدار بهذا الشكل، طالما أن عدد الأجسام الفضائية التي نقلت الكتلة الأخيرة إلى الأرض قليل (أقل من 5)، وأن معدل امتداد المَدّ الأوَّلِي لمدار القمر سريع بما يكفي.

البحث الأصلي: *Nature* **527,** 492–494 (2015).

علم الأحياء الحاسوبية

كيفية التقاط أنواع الخلايا النادرة

لو وين، وفوشو تانج (*Nature* 525, **197–198; 2015**)

كم يبلغ عدد أنواع الخلايا المختلفة الموجودة في جسم الإنسان؟ يناقش العلماء الآن هذا السؤال بطريقة منهجية وحيادية، إذ قام جرون وزملاؤه برصد تسلسل الترانسكريبتوم ـ وهو مجموعة جزيئات الحمض النووي الريبي الموجودة في الخلايا ـ باستخدام خلايا منفردة، من أجل تحليل 238 خلية مستخرجة من أمعاء دقيقة فأرية، تم إنماؤها في المختبر. وإذ لم تتمكن خوارزميات التجميع العادية من التمييز بين المجموعات الفرعية الموجودة في سلالة نادرة من الخلايا الإفرازية، الممثَّلة بعشرين خلية فقط. لذا.. طَوَّرَ جرون وزملاؤه خوارزمية ذكية، تُسمى "ريس آي دي" RaceID؛ للتغلب على ذلك. تفترض تلك الخوارزمية أن نوعًا معينًا من الخلايا يمكن أن يعبِّر بقوة عن عدد معين من الجينات "الناشزة" الخاصة بنمط خلوي محدد، حيث يمكن تحديد مثل هذه الجينات، إذا تم استبعاد أي لغط تقني، أو حيوي. وباستخدام تلك الخوارزمية، حَدَّد الباحثون أنواعًا فرعية جديدة من الخلايا الإفرازية، وأثبتوا وجودها من خلال تجارب في الجسم الحي. وبتلك الجهود الدؤوبة التي يبذلها جرون وزملاؤه وغيرهم، قد نتمكَّن في المستقبل القريب من رسم خريطة كاملة للسلالات الخلوية في الجسم البشري.

البحث الأصلي: *Nature* **525,** 251–255 (2015).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

365 يومًا:
السَّنة من منظور العِلْم

علم المناخ

احتياطات الوقود الأحفوري غير القابل للاحتراق

مايكل جاكوب، وجيروم هيلير (*Nature* 517, 150–152; 2015)

يمكن أن يُسْفِر تطبيق سياسات المناخ الطموحة عن بقاء الكثير من احتياطات الوقود الأحفوري غير مستغَلَّة. فقد قام مكجليد، وإكينز بقياس التوزيع الإقليمي للاحتياطات التي لا ينبغي حرقها ما بين عامي 2010، و2050 بشكل جيد، عن طريق نمذجة مجموعة واسعة من السيناريوهات المعتمدة على السياسات المناخية ذات التكلفة الأدنى، فوجدا أنه إذا أراد العالَم الحدّ من ارتفاع متوسط درجة الحرارة عالميًّا، بحيث لا يتخطى درجتين مئويتين، فلا بد من إبقاء 80% من احتياطيات الفحم، و50% من احتياطيات الغاز، و30% من احتياطيات النفط تحت سطح الأرض. ومن ثم، تسلط تلك النتائج الضوء على تحدي التوزيع الإقليمي الذي تواجهه سياسة المناخ، إذ إنّ فرض قيود على استخدام الوقود الأحفوري ينقل المنافع الاقتصادية (الإيجارات) من أصحاب الموارد إلى مَن يحصلون على حق استخدام الاحتياطي المتبقي القابل للاحتراق. وبالتالي، فإن نجاح سياسة المناخ سيتوقف على ما إذا كان من الممكن تقاسم "إيجارات المناخ" تلك بشكل عادل يضمن كذلك تعويض أصحاب الموارد عن خسائرهم، أم لا.

البحث الأصلي: *Nature* **517,** 187–190 (2015).

DANIELLE DUFAULT

الملاريا

خمسة عشر عامًا من التدخلات المبتكرة

جانيت هيمنجواي (*Nature* 526, 198–199; 2015)

لا يزال هناك طفل يتوفى كل دقيقة بسبب الملاريا. وللخفض من هذا العبء بشكل أكبر، نحتاج إلى توصيف إسهامات التدخلات المختلفة، واستخدام هذه المعلومات لتحسين جهودنا. فقد استخدم بات وزملاؤه نماذج موثوقة مستمدة من البيانات المرصودة لتقدير التأثير النسبي للعقاقير، ولاستراتيجيات مكافحة البعوض في أفريقيا منذ عام 2000، فوجدوا أن هناك 663 مليون حالة إكلينيكية لمرض الملاريا، أمكن تجنُّب حدوثها بين عامي 2000، و2015، ويَرجِع تحسُّن 68% منها إلى الناموسيات المعالَجة بالمبيدات الحشرية. وبرغم ضرورة الإشادة بهذا التحسن الهائل في مجال مكافحة الملاريا، تحذِّر هذه الدراسة من التراخي حيال الأمر، إذ إنّ التدخلات المجراة مهددة الآن بتطور مقاومة البعوض للمبيدات الحشرية بشكل متزايد، وكذلك مقاومة الطفيلي للعقاقير، لكن إذا استطعنا التغلب على العقبات التي تقف أمام تطوير ونشر العلاجات الجديدة، واستطعنا تطوير لقاح فعال؛ للحدّ من انتقال المرض، وتطبيق تلك التدخلات بالشكل الأمثل؛ فلن يتعرض أي طفل للموت بسبب الملاريا.

البحث الأصلي: *Nature* **526,** 207–211 (2015).



NYANI QUARMYNE/PANOS

علم الحفريات

رأس حيوان "هالوسيجينيا"

شاويا ما (*Nature* 523, 38–39; 2015)



ظهرت غالبية شُعَب الحيوانات للمرة الأولى في السجل الأحفوري الذي يعود إلى العصر الكمبري، قبل نحو 541 إلى 485 مليون سنة، ما يعطي هذه الحفريات أهمية خاصة لفهم أصل مجموعات الحيوانات الرئيسة، وتطوُّرها الأوَّلي. يعيد سميث وكارون توصيف واحد من الحيوانات الأحفورية الأكثر شهرة في العصر الكمبري، وهو *Hallucigenia sparsa*، إذ وصفوا خصائص تشريحية جديدة، توضِّح بشكل قطعي مقدِّمته وخلفيّته، كما أوضحوا أن له رأسًا ممدودًا، وزوجًا من العيون الظهرية. وجد الباحثان أيضًا أن لهذا الحيوان بِنْيَة صلبة صفائحية تحيط بفتحة الفم، كما أن الجزء الأمامي من المَعِي الأمامي الخاص به (البلعوم) مرصوف بالأسنان. إن تلك المواصفات الشكلية تقع ضمن الصفات القليلة التي تتقاسمها كل المجموعات ضمن شعبة الإكديسوزوا Ecdysozoa، وهي المجموعة الحيوانية الأكثر تنوعًا.

البحث الأصلي: *Nature* **523,** 75–78 (2015).

الكيمياء العضوية

علاج فساد العامل المحفز

ماركوس إي. فارمر، وفيل إس. باران (*Nature* 524, 164–165; 2015)

تبق الكبسولات والحبوب هما النمطان التركيبيّان الأكثر شيوعًا للعقاقير، وبدون الكبسولات والحبوب سيتوجب على الصيادلة القيام بمعايرة دقيقة لمساحيق المواد الدوائية المجهزة حديثًا، وصرفها للمرضى، إلا أن الكيميائيين لا يزالون يقومون بهذه العملية لكل مركب يستخدمونه في تفاعلاتهم. إنّ هذا الأمر يُعتبر مشكلة، خاصة مع استخدام الكواشف، والمواد المحفزة الحساسة لبخار الماء الموجود في الغلاف الجوي، أو الأكسجين، أو ثاني أكسيد الكربون؛ إلا أن بوشفالد وزملاءه يضعون حلًّا عبقريًّا لها، هو تقنية تضع الكواشف والمواد المحفزة في كبسولة من شمع البارافين. ولأن شمع البارافين خامل في العادة، ولا يتفاعل، يمكن ببساطة إضافة الكبسولة مباشرة إلى خلطات التفاعل بإجراءات مختبرية عادية. تنصهر الكبسولة بفعل الحرارة، لتطلق محتوياتها، ولا يتدخل الشمع المنصهر في التفاعل الكيميائي المعني. وحين تتوافر المحفزات والكواشف بكثرة على هيئة كبسولات، ستظهر ـ في الغالب ـ تأثيرات هذا النهج في الصناعات الدوائية، والزراعية، وصناعات المواد الخام أيضًا.

البحث الأصلي: *Nature* **524,** 208–211 (2015).

علم المواد

تحطيم سقف متانة المعادن الخفيفة

تَمَكَّن الباحثون من الحصول على مَرْكَبات بالغة المتانة، عن طريق إضافة جسيمات نانوية بشكل منتظم داخل سبائك معدن الماغنسيوم؛ مما يزيد من احتمال استخدام الماغنسيوم كمعدن خفيف الوزن في صناعة هياكل السيارات.



الشكل 1 | سيارات خفيفة. أدَّى انخفاض كثافة الماغنسيوم إلى استخدامه كمادة هيكلية لتصنيع السيارات في ثلاثينات القرن الماضي، وذلك في مثل حالة سيارة "إيروليث بوجاتي"، غير أن هذا المعدن لم يتم اعتماده على نطاق واسع في هذا الغرض، ويرجع ذلك جزئيًّا إلى خصائصه الميكانيكية. وقد أعلن تشين وزملاؤه[1] عن مركب من الماغنسيوم، لديه خواص أفضل كثيرًا لاستخدامها في صناعة هياكل السيارات.

JOE WIECHA

ماريا تيريزا بيريز برادو؛ وكارمن سيبيدا خيمينز

يمتلك الماغنسيوم كثافة تُقَدَّر بثلثي كثافة الألومنيوم، وربع كثافة الصلب، وأعلى قليلًا من كثافة العديد من البوليمرات. ومن ثم، يمكن اعتباره بديلًا مثاليًّا محتملًا للمعادن الثقيلة، بيد أن السلوك الميكانيكي الضعيف للماغنسيوم قد حَدّ من تطبيقاته. لذا.. أعلن تشين وزملاؤه[1] عن طريقة لتصنيع مَرْكَبات ماغنسيوم، تمنح المادة متانة وصلابة نوعية أعلى من أي معدن هيكلي آخر، وذلك من خلال إضافة وتوزيع جسيمات السيراميك النانوية ذات الكسر الحجمي الكبير نسبيًّا داخل المعدن المنصهر، في محاولة منهم لتخطِّي تَحَدٍّ طويل الأمد في تكنولوجيا المواد.

يحتل الماغنسيوم المركز الثامن بين أكثر العناصر وفرة في قشرة الأرض، كما يمكن استخراجه من مياه البحر. وأيضًا يمكن إعادة استخدامه بسهولة بالمقارنة بالبوليمرات، مما يجعله صديقًا للبيئة. وأول استخدام تجاري بارز لذلك المعدن في صناعة هيكل سيارة كان في سيارة "فولكس فاجن" من طراز بيتل في ثلاثينات القرن الماضي، حيث احتوت كل سيارة على 20 كيلوجرامًا من الماغنسيوم (مرجع 2). كما أنتجت سيارات بوجاتي نماذج أولية من سيارة تُدعى "إيروليث" Aerolithe، امتلكت جسمًا مصنوعًا من الماغنسيوم (الشكل 1)، غير أن استخدام الماغنسيوم في صناعة السيارات كان محدودًا خلال القرن العشرين، بسبب التكلفة المرتفعة لاستخراج المعدن من مادته الخام، مع تعقيد سلوكه الميكانيكي، بالإضافة إلى المخاوف بشأن قابليته للاشتعال، وحساسيته للتآكل تحت ظروف الاستخدام.

ازداد الاهتمام بالماغنسيوم مجددًا في مطلع القرن الحالي، بدافع من الحاجة الماسة إلى تطبيق سياسات صديقة للبيئة في مجال الإنتاج الصناعي. ومؤخرًا، أمكن تحديد منافع استخدام مواد خفيفة الوزن بوضوح، وعلى سبيل المثال.. فإن خفض 100 كيلوجرام من وزن السيارة العادية يوفر حوالي 25 جيجا جول من الطاقة، بالإضافة إلى 1,600 كيلوجرام من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على مدار عمر السيارة المقدَّر بعشر سنوات[3]. كما إن أحد الدوافع الرئيسة لإجراء الأبحاث على الماغنسيوم يتمثل في ضرورة تحسين سلوكه الميكانيكي بصورة كبيرة، حتى يصبح قادرًا على منافسة المعادن الثقيلة المستخدَمة على نطاق واسع، مثل الصلب، أو سبائك الألومنيوم.

وبرغم ذلك.. فإن استراتيجيات زيادة درجة الصلابة ـ التي أدت إلى تحسينات كبيرة في متانة معادن أخرى ـ كانت أقل فعالية في حالة سبائك الماغنسيوم. وعلى سبيل المثال.. أدَّى الترسيب الناتج عن إضافة جسيمات صلبة ذات أحجام منتظمة في سبائك الألومنيوم إلى زيادة في المتانة بمقدار يتراوح بين أربعة إلى خمسة أضعاف (انظر المرجع رقم 4، على سبيل المثال)؛ وذلك لأن الجسيمات تعمل بمثابة عقبات في وجه "الاضطرابات المتحركة"، وهي العيوب البلورية التي تؤدي حركتها إلى حدوث تشوُّه دائم في المواد. وحتى الآن، نجد أن أفضل معالجات الترسيب التي تم تطبيقها على سبائك الماغنسيوم قد ضاعفت بالكاد من متانتها[5].

ومن العقبات الرئيسة التي تواجه إدخال مزيد من التحسينات.. هي صعوبة إضافة الرواسب الدقيقة بشكل منتظم، بحيث تقع على مسافات قريبة من بعضها البعض، وتحول بفاعلية دون الاضطرابات القاعدية والبلورات التوأمية، وهي أنماط التشوه التي تنشط كَرَدّ فعل تجاه أصغر الإجهادات المؤثرة. وعادةً تحتوي سبائك الماغنسيوم على خليط تَكَوَّن خلال مراحل من الترسيب، بحيث أصبحت لديه تركيبات هندسية، وتوزيعات حجمية مختلفة. ويمكن تحقيق توزيع أكثر تجانسًا وتماثلًا حجميًّا للجزيئات، عن طريق تحسين تركيب السبيكة والمعالجة الحرارية على حد سواء، إلا أن تحسين كليهما معًا عملية معقدة للغاية، لأن أي تغيرات بسيطة في تركيب السبيكة، أو درجة الحرارة، أو مدة المعالجة الحرارية، يمكن أن تؤدي إلى تغيرات كبيرة، لا يمكن التكهن بها في توزيع الرواسب.

ثمة طريقة أخرى لتعزيز متانة المعدن، وذلك من خلال إضافة جسيمات داعمة من أنواع وأشكال وأحجام مختلفة (عادة يكون الحجم في نطاق الميكرومتر، أو أكبر). فالإضافات التقليدية لسبائك الماغنسيوم تتضمن جسيمات سيراميكية، أو معدنية، إضافة إلى أكاسيد وبوريدات، وفي أحيان قليلة قد تتضمن الكربون وأنابيب الكربون النانوية، إلا أن المواد الناتجة تكون لديها في العادة خصائص ميكانيكية لا يمكن التكهن بها، وذلك لأن تلك المواد لا يمكنها تحقيق انتشار متجانس للجسيمات، أو ترابط جيد بين المصفوفة والجسيمات، الأمر الذي يحدّ من تطبيقاتها في نطاق منتجات متخصصة.

من ناحية أخرى.. تم اقتراح استخدام مساحيق تتكون من جسيمات نانوية، كي تعمل كدعائم ذات فعالية عالية، كما أدى تطوير طرق غير مكلفة لإنتاجها بكميات كبيرة إلى اجتذاب جهود جوهرية من أجل تصنيع مركبات نانوية[6]، إلا أن استغلال الإمكانات الكاملة لمثل تلك المواد يتطلب انتشارًا منتظمًا ذا كسر حجمي كبير نسبيًّا للجسيمات النانوية المنفردة في مصهور المادة المصنوع منها المصفوفة[7]. وقد نجح تشين وزملاؤه في تصنيع سبيكة من الماغنسيوم والزنك، تكتظ بجسيمات سيراميك نانوية منفردة (ذات كسر حجمي 14%)، وتلك الطريقة أضفت عليها سلوكًا ميكانيكيًّا متميزًا. وتُعتبر تلك هي المرة الأولى التي يؤدي فيها تكوين مركبات نانوية إلى مثل تلك الزيادة الكبيرة في المتانة.

بدأ الباحثون بإضافة جسيمات السيراميك النانوية ـ ذات الكسر الحجمي المقدَّر بنسبة 1% ـ في سبيكة الماغنسيوم وهي في الحالة السائلة، ثم قاموا بزيادة تركيز الجسيمات عن طريق التبخير الجزئي للسبيكة المعدنية في فرن مفرغ. وقد كان التوزيع المنتظم للجسيمات النانوية (انظر الشكل 1أ، و1ب، في مرجع 1) شديد الفعالية في كبح الانزلاق القاعدي، وانتشار البلورات التوأمية، مما أدَّى إلى زيادة مقاومة خضوع السبيكة ـ وهو الإجهاد الذي تبدأ المادة عنده في التشوه بلا رجعة ـ من حوالي 50 ميجا بسكال إلى حوالي 410 ميجا بسكال، دون الإضرار باللدونة. ويمتلك المركب النانوي أيضًا استقرارًا ميكانيكيًّا ممتازًا حتى درجات حرارة عالية قد تصل إلى 400 درجة مئوية.

كما منح تشين وزملاؤه السبيكة مزيدًا من المتانة الاستثنائية، عن طريق تقليل حجم الحبيبات ـ البلورات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الصغيرة ـ التي تتكون منها كتلة المعدن، وبذلك تصبح المادة الناتجة لديها مقاومة خضوع بمقدار 710 ميجا بسكال، وهي تُعَدّ أعلى قيمة تم الإعلان عنها على الإطلاق لسبائك الماغنسيوم متعددة البلورات ومركباتها.

وقد تم التحقق من فعالية طريقة التحضير التي اتبعها الباحثون في نطاق المختبر، ويبدو أنها تكون مناسبة بشكل خاص لتصنيع مكونات صغيرة من معادن لها درجات انصهار مشابهة لتلك الخاصة بالماغنسيوم، أو أقل منها (الألومنيوم، أو الزنك، على سبيل المثال)، إلا أن ثمة حاجة إلى مزيد من العمل على تحسين عوامل التشغيل للمعادن الأخرى.

يبقى أن نرى ما إذا كانت تلك الطريقة ممكنة وصديقة للبيئة على النطاق الصناعي، أم لا. فالمشكلات المحتملة لتطبيق العملية على نطاق أكبر تتضمن التالي: كمية وتكلفة الطاقة اللازمة، والتخلص من المخلفات السامة الناتجة عن مادة المصفوفة المتبخرة، وكذلك صيانة الأجهزة المستخدمة. وإضافة إلى ذلك.. فإن تصنيع كميات ضخمة من مركبات نانوية متجانسة قد يكون في غاية الصعوبة؛ لأن تدرُّج توزيعات الجسيمات يكون عُرضة للتغير أثناء التشغيل.

وليس ثمة شك في أن عمل تشين وزملائه يشكل علامة فارقة في سَعْينا لتصميم مواد أخف وأقوى، كما أنه يفتح آفاقًا جديدة لتطوير معادن ذات خصائص غير مسبوقة. على سبيل المثال.. من خلال اختيار الجسيمات المناسبة، وتحسين توزيعها المكاني، وعندئذ قد يصير من الممكن تصنيع مَرْكَبات نانوية، لها خصائص مغناطيسية وكهربائية معزَّزة بالمقارنة، بالمواد الموجودة بالفعل. ■

ماريا تيريزا بيريز برادو؛ و**كارمن سيبيدا خيمينز** من معهد IMDEA للمواد ، 28906 خيتافي ، مدريد، إسبانيا.
البريد الإلكتروني: carmen.cepeda@imdea.org;
teresa.perez.prado@imdea.org

1. Chen, L.-Y. *et al. Nature* **528,** 539–543 (2015).
2. Mang, T., Bobzin, K. & Bartels, T. *Industrial Tribology* (Wiley-VCH, 2011).
3. Helms, H. & Lambrecht, U. *Int. J. Life Cycle Assess.* **12** (spec. issue), 58–64 (2007).
4. Deschamps, A. & Brechet, Y. *Acta Mater.* **47,** 293–305 (1998).
5. Nie, J.-F. *Metallurg. Mater. Trans. A* **43,** 3891–3939 (2012).
6. Sillekens, W. *et al. Metallurg. Mater. Trans. A* **45,** 3349–3361 (2014).
7. Ferguson, J. B., Sheykh-Jaberi, F., Kim, C.-S., Rohatgi, P. K. & Cho, K. *Mater. Sci. Eng. A* **558,** 193–204 (2012).

علم الفيروسات

بروتين يقيِّد نشاط إنفلونزا الطيور في الثدييات

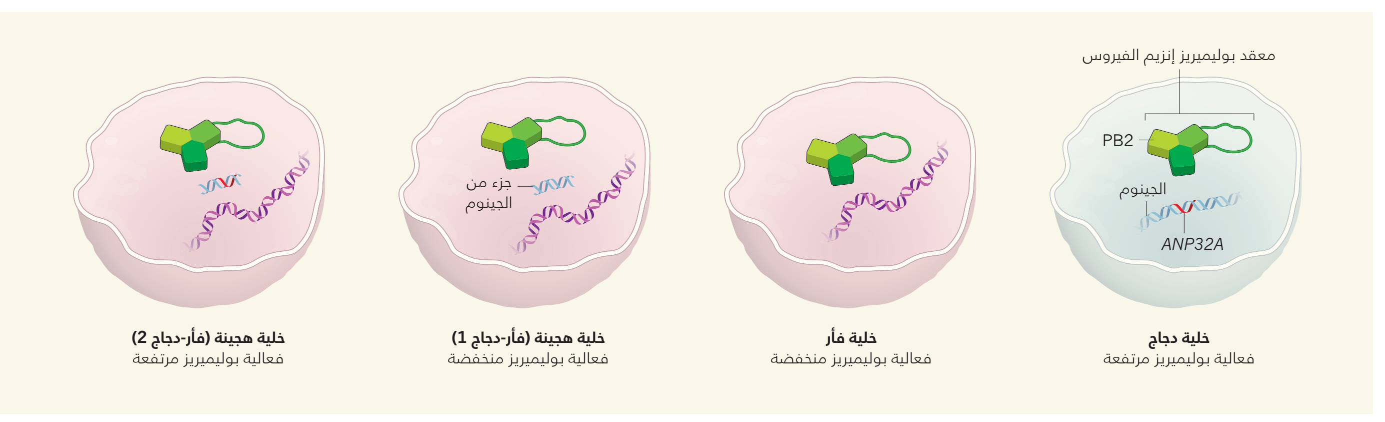
لا يستطيع بوليميريز إنزيم فيروس إنفلونزا الطيور (أ) أن ينشط بشكل فعال داخل الخلايا البشرية. وفي هذا الصدد، تم تحديد بروتين ANP32A، باعتباره العامل الخلوي الذي يتوسط عملية تقييد المضيف للنشاط الفيروسي.

آنيس سي. لوين

تتجول فيروسات الإنفلونزا (أ) بين حاضنات طبيعية متنوعة، من بينها أنواع من الثدييات والطيور. ومع ذلك.. فإن انتقال هذه الفيروسات بين الثدييات والطيور يحدث في حالات نادرة فقط، بسبب القيود التي يفرضها المضيف.. ففيروس الإنفلونزا (أ) متكيّف النمو داخل خلايا مضيف من الطيور، لا ينمو بشكل جيد عادةً داخل خلايا مضيف من الثدييات، والعكس صحيح. وعندما يتم التغلب على قيود كهذه، ويتمكن فيروس إنفلونزا الطيور من الانتقال إلى البشر، يحدث انتشار للوباء. وفي هذا البحث، يشير لونج وزملاؤه[1] إلى حدوث تقدُّم في فهم القيود التي تفرضها الثدييات على نشاط فيروسات إنفلونزا الطيور.

يُعتبر البروتين PB2 عنصرًا أساسيًّا من مركّب بوليميريز إنزيم الإنفلونزا (أ)، الذي ينسخ الجينوم الفيروسي، أي أنه ضروري بالتالي لتكاثر الفيروس. وقد عرف الباحثون ـ لسنوات عديدة ـ أن نطاقًا معينًا لـPB2 ـ وهو النطاق 627 ـ يشارك في فرض قيود[2] على انتشار الفيروس داخل المضيف. تكتسب سلالات H5N1 وغيرها من فيروسات "إنفلونزا الطيور" الطفرات بسرعة في هذا النطاق، بعد انتقالها إلى البشر، أو تلقيح الثدييات في المختبر[3,4]. وبدورها، تعزِّز هذه الطفرات ـ بشكل كبير ـ نموّ وانتقال فيروسات إنفلونزا الطيور (أ) وقدرتها على الإمراض في الثدييات[8-5]. وعلى الرغم من الجهود المكثفة، ما زال الغموض يلفّ عوامل وآليات المضيف، التي تحدّ من وظيفة بروتينات PB2 غير الطافرة، والمتكيّفة مع الطيور في خلايا الثدييات[14-9].

وقد كان لونج وزملاؤه على علم من دراسات سابقة[15] أن بروتين PB2 ـ المتكيّف مع الطيور ـ لم يعمل بشكل جيد في خلايا الثدييات، بسبب غياب عامل يعزز فعالية البوليميريز في خلايا الطيور، وليس بسبب وجود عامل مثبط في خلايا الثدييات. ولتحديد العامل الإيجابي الغائب، استخدم الباحثون مجموعة من الخطوط الخلوية الهجينة بفئران المعمل، حمل كل منها جزءًا مختلفا من جينوم الدجاج. وقد عبّروا عن بروتين PB2 المتكيّف مع الطيور ـ إلى جانب البروتينات الفيروسية الشريكة الضرورية له ـ في كل خط خلوي، وقاسوا فعالية البوليميريز الفيروسي (الشكل 1). وقد أظهرت أربعة خطوط ـ من أصل 53 خطًا خلويًّا هجينًا جرى اختبارها ـ فعالية قوية لمعقد البوليميريز المتكيّف مع الطيور. وعن طريق تحديد جينات الدجاج، التي تم تقاسمها مع هذه الخطوط الخلوية الأربعة، ضيّق لونج وزملاؤه نطاق بحثهم



الشكل 1 | عامل خلوي لتقييد المضيف للنشاط الفيروسي. يُعتبر مركّب بوليميريز إنزيم فيروس الإنفلونزا ضروريًّا لتكاثر الفيروس في الخلية المضيفة. وأحد مكونات هذا المركب هو بروتين PB2، الذي يسهم في تقييد المضيف. وواقع الأمر أن مركبات البوليميريز الفيروسية المتكيفة مع الطيور لا تعمل بشكل مناسب في خلايا الثدييات. ولتحديد بروتين المضيف الذي يشترك مع PB2 ليسبِّب التقييد، استخدم لونج وزملاؤه[1] مجموعة من الخطوط الخلوية الهجينة لفئران المَعامل، يحتوي كل منها على جزء مختلف من جينوم الدجاج. وعبّروا عن بوليميريز فيروس الإنفلونزا المتكيف مع الطيور في هذه الخلايا، وعمدوا إلى قياس فعاليته؛ وبمقارنة المكونات الجينومية للدجاج من الخطوط الخلوية، التي اتضحت فيها فعالية البوليميريز، حدَّد الباحثون الجين *ANP32A* في الخلايا المضيفة، باعتباره الجين الكامن وراء تقييد المضيف للنشاط الفيروسي.

عن عوامل الطيور الإيجابية إلى 12 جينًا فقط. بعدئذ، وعن طريق التعبير عن كل من هذه الجينات المرشحة بمفردها في خلايا الثدييات، وجد الباحثون ما كانوا يبحثون عنه ـ وهو الجين *ANP32A* ـ عند الدجاج، وهو جين مفرد، يمكِّن بروتين PB2 المتكيّف مع الطيور من العمل بكفاءة في خلايا الثدييات.

وقد تم التأكيد على أن بروتين *ANP32A* يعزز فعالية بوليميريز الإنفلونزا، عن طريق تخفيض التعبير عنه في الخلايا. فعندما تناقصت المستويات في خلايا الدجاج، تناقصت فعالية البوليميريز الفيروسي المتكيّف مع الطيور. وبالمثل، عندما تم تخفيض التعبير عن النسخة الثديية من *ANP32A* في الخلايا البشرية، كان البوليميريز الفيروسي المتكيّف مع الإنسان أقل فعالية. وهكذا، فإن *ANP32A* أساسي لتكاثر فيروس إنفلونزا (أ) في الطيور والثدييات، ولكن البوليميريز الفيروسي المتكيّف مع الطيور يعمل دون كفاءة مع *ANP32A* الخاص بالثدييات. وتشير هذه النتائج إلى أن التغيرات التكيّفية التي تكتسبها فيروسات الإنفلونزا في النطاق 627 الخاص بـPB2 بعد انتقاله إلى الثدييات تسمح للبوليميريز الفيروسي بمشاركة *ANP32A* الخاص بالثدييات.

وقد أفاد الباحثون أن بروتينات *ANP32A* الخاصة بالدجاج والخاصة بالبشر متشابهة، باستثناء امتداد ـ قوامه 33 حمضًا أمينيًّا ـ لا يوجد في البروتين البشري. وتُعتبر كافة جينات *ANP32A* بالطيور، باستثناء تلك العائدة للنعام، وسواه من النعاميات، مسؤولة عن ترميز هذه الأحماض الأمينية الثلاثة والثلاثين، بينما تفتقد جميع النسخ الثديية هذه السلسلة. وبالتالي، كانت إضافة هذا التسلسل إلى بروتين *ANP32A* الخاص بالثدييات كافية للسماح بعمل PB2 الخاص بفيروس إنفلونزا الطيور في خلايا الثدييات. وبالتوصل إلى هذه النتيجة، فإن ما يُعرف عن إنفلونزا الطيور في النعام يبدو منطقيًّا تمامًا، حيث تميل فيروسات الإنفلونزا المعزولة من النعام إلى حمل PB2 مع تسلسل يشبه ذلك الموجود عند الثدييات في النطاق[16] 627.

وقد حدَّد لونج وزملاؤه بروتين خلية مضيفة، له وظيفة مهمة في دورة حياة فيروسات إنفلونزا (أ)، وهو عامل أساسي في نوعية خلاياها المضيفة، ولكن ما زالت كيفية استخدام الفيروس بروتينَ *ANP32A* مبهمة. ويوضح الباحثون أن البروتين لا يغيّر التعبير عن PB2، ولا تراكمه في نواة الخلية، حيث يتم نسخ الجينوم الفيروسي. فهل يشارك بشكل مباشر في نسخ الحمض النووي الريبي الفيروسي؟ لا يزال المعروف عن متطلبات الخلايا المضيفة من أجل هذه الخطوة في دورة حياة الفيروس قليلًا نسبيًّا.

ولا يقدِّم بحث العلاقة الدقيقة بين PB2، و*ANP32A* رؤية عميقة في آلية تقييد المضيف للإنفلونزا فحسب، بل قد يتمكن أيضًا من إطلاق كشف المزيد من التفاعلات بين الفيروس، والمضيف المشارك في نسخ الحمض النووي الريبي الفيروسي. وإضافة إلى ذلك.. فإن تأثير التكيّف في النطاق 627 PB2 على الكفاءة الفيروسية يشير إلى أن تعطيل التفاعل بين الفيروس وبروتين *ANP32A* قد يكون وسيلة قوية للسيطرة على عدوى الإنفلونزا. لذا.. فإن إيضاح دور بروتين *ANP32A* في نسخ الفيروس بتفاصيله الجزيئية قد يفتح المجال لتطوير عقاقير جديدة مضادة للفيروسات. ■

أنيس سي. لوين تعمل في قسم الأحياء المجهرية والمناعة في كلية الطب بجامعة إيموري، أتلانتا، جورجيا 30322، الولايات المتحدة.

1. Long, J. S. *et al. Nature* **529,** 101–104 (2015).
2. Subbarao, E. K., London, W. & Murphy, B. R. *J. Virol.* **67,** 1761–1764 (1993).
3. de Jong, M. D. *et al. Nature Med.* **12,** 1203–1207 (2006).
4. Danzy, S. *et al. J. Virol.* **88,** 13436–13446 (2014).
5. Steel, J., Lowen, A. C., Mubareka, S. & Palese, P. *PLoS Pathog.* **5,** e1000252 (2009).
6. Munster, V. J. *et al. J. Infect. Dis.* **196,** 258–265 (2007).
7. Hatta, M., Gao, P., Halfmann, P. & Kawaoka, Y. *Science* **293,** 1840–1842 (2001).
8. Linster, M. *et al. Cell* **157,** 329–339 (2014).
9. Mehle, A. & Doudna, J. A. *Cell Host Microbe* **4,** 111–122 (2008).
10. Gabriel, G., Herwig, A. & Klenk, H. D. *PLoS Pathog.* **4,** e11 (2008).
11. Paterson, D., te Velthuis, A. J., Vreede, F. T. & Fodor, E. *J. Virol.* **88,** 339–344 (2014).
12. Weber, M. *et al. Cell Host Microbe* **17,** 309–319 (2015).
13. Rameix-Welti, M. A., Tomoiu, A., Dos Santos Afonso, E., van der Werf, S. & Naffakh, N. *J. Virol.* **83,** 1320–1331 (2009).
14. Mänz, B., Brunotte, L., Reuther, P. & Schwemmle, M. *Nature Commun.* **3,** 802 (2012).
15. Moncorgé, O., Mura, M. & Barclay, W. S. *J. Virol.* **84,** 9978–9986 (2010).
16. Shinya, K. *et al. J. Virol.* **83,** 13015–13018 (2009).

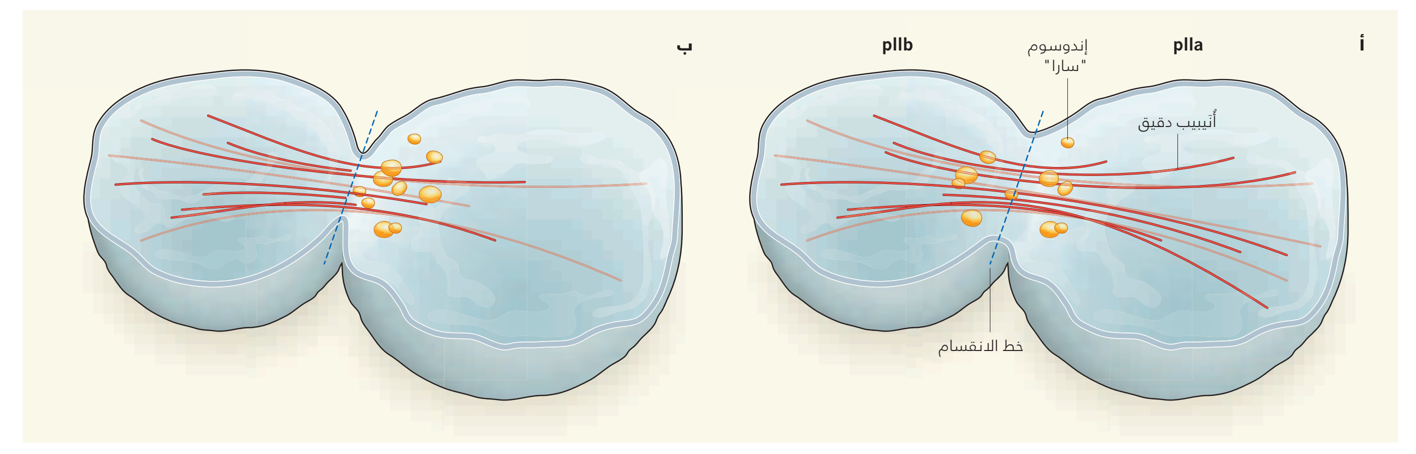
الانقسام الخلوي

قرار في الدقيقة الأخيرة

تشير مجموعة من التحليلات الكمية الدقيقة لعملية الانقسام غير المتماثل في خلايا محددة بالذباب إلى أهم المشاركين في هذه العملية على المستوى الجزيئي، بل وتنجح في تقديم معادلة بسيطة تشرح هذه العملية الخلوية المركّبة.

كايتانو جونزاليس

إن نمو الكائنات متعددة الخلايا يتطلب إنتاج أنواع كثيرة من الخلايا من خلية سالفة وحيدة. وفي بعض الحالات، يتحقق ذلك بالانقسامات الخلوية غير المتماثلة، التي تَستقبل فيها الخليتان الوليدتان مكمّلات مختلفة من العناصر "المصيرية" داخل الخلية. وقد اختلقت عملية التطور آليات مختلفة لهذا النوع من الانقسام غير المتماثل[1]، بعضها غير منطقي بعض الشيء، مثلما يحدث في الخلايا السالفة للعضو الحسي "SOP" لذبابة الفاكهة، التي حين تنقسم يصبح مصير الحويصلات المسماة إندوسومات "سارا" Sara، والتي تُحمل بالجزيئات التي تحدد مصير الخلايا منذ البداية لإحدى الخليتين الوليدتين، لكن قرب نهاية عملية الانقسام الخلوي، تظل تلك الإندوسومات موجودة في وسط الخلايا السالفة



الشكل 1 | آلية للانقسام الخلوي غير المتماثل. عرّف ديريفيري وزملاؤه[3] الآلية التي توزّع بها الحويصلات المسماة إندوسومات "سارا" بشكل غير متساو بين خليتين وليدتين (pIIa، وpIIb) أثناء انقسام الخلايا السالفة للعضو الحسي في ذبابة الفاكهة. **أ**، مع اقتراب عملية الانقسام الخلوي من نهايتها، يتشكل هيكل مغزلي معتمد على أنابيب مجهرية في وسط الخلية. تتحرك إندوسومات "سارا" بشكلٍ متساو إلى أعلى، وإلى أسفل الأنابيب المجهرية التي تصطف بشكل متناظر عند خط الانقسام، الذي ستنشطر عنده الخلية. **ب**، مع التقدم في العملية، والاقتراب من إتمامها، تتفكك بعض الأنابيب المجهرية، ويعلو مستوى التفكك في جانب pIIa من الخلية، أكثر من جانب pIIb، وتقضي إندوسومات "سارا" وقتًا أطول في هذا الجانب، ومن ثم تتراكم فيه.

للعضو الحسي، حيث يبدو أنها تخاطر باحتمال أن تنقسم بشكلٍ متساو بين الخليتين الوليدتين. وقبل إتمام عملية الانقسام مباشرةً، تتخذ الإندوسومات طريقها إلى خلية واحدة فقط منهما[2]. يشرح ديريفيري وزملاؤه[3] في بحثهم كيف يُتخذ هذا القرار في الدقيقة الأخيرة.

سَجَّل مؤلفو البحث آلاف الانقسامات التي تحدث في الخلايا السالفة للعضو الحسي باستخدام خلايا تم هندسة جزيئاتها وهياكلها المهمة للدراسة، بحيث تكون فلورية. ولعدة أسباب.. كان تفسير هذه البيانات أمرًا شاقًّا للغاية. وبدايةً، تقترب سرعة الأحداث وحجم الهياكل المتضمنة بشكلٍ كبير من حدود درجة الوضوح الزمنية والمكانية الخاصة بالمجهر المتطور. وإضافةً إلى ذلك.. لا تتطابق جميع الخلايا الحية في الحجم، ولا الشكل، ولا الاتجاه. وغالبًا ما تكون نسب الإشارة إلى الخلفية دون الحد الأمثل.. فدعونا نواجه الحقيقة.. ألا وهي أن علم الأحياء في الغالب يحتوي على تقلبات عشوائية تشوِّش على البيانات الحقيقية. ولذلك.. لن يستطيع فيديو واحد ـ أو ألف فيديو ـ تقديم لمحة عن طريقة عمل هذا النظام.

وقد وجد ديريفيري وزملاؤه طريقة مبتكرة لتفادي تلك المشكلات، مستخدمين هيكلًا دائريًّا قابلًا للانقباض، يقسم الخلايا السالفة للعضو الحسي إلى قسمين. وبدلًا من محاولة استخلاص المعلومات من كل فيديو منفرد، استخدم الباحثون موقع الدائرة، وتوقيت بداية الانقباض، كنقطتين مرجعيّتين مكانيّتين وزمنيّتين، يرتّبون الفيديوهات بناءً عليهما، مُركّبين التسجيلات المنفردة، لإنتاج فيلم يوضح انقسام الخلية "المتوسطة" السالفة للعضو الحسي (انظر: go.nature.com/ccnyjs)، وهي خلية مصطنعة، ولا توجد في الطبيعة؛ لكنها تمثل مجموعة كبيرة من البيانات، مكتظة بمعلومات مكانية وزمنية قيِّمة، يمكن إعادة إنتاجها، تتعلق بالمكونات الخلوية المشاركة في انتقال إندوسومات "سارا" إلى خلية وليدة واحدة فقط.

وقد كشفت الرسوم البيانية الخاصة بكثافة الأجزاء المختلفة من تلك الخلية المتوسطة في أوقات متتابعة عن مرحلتين متميزتين من مراحل الانقسام. يحتوي الهيكل المسمى بالمغزل المركزي على عدد كبير من الأنابيب المجهرية، وهو ضروري لانقسام الخلية. وخلال المرحلة الأولى من العملية، لاحظ الباحثون أن تلك الأنابيب وإندوسومات "سارا" ـ التي تتحرك ذهابًا وإيابًا بطول الأنابيب بسرعة ثابتة ـ موزعة بالتساوي بين جانبي الخلية المنقسمة (جانب pIIa، وجانب pIIb). وفي المرحلة الثانية، تزيد كثافة الأنابيب المجهرية في جانب pIIb بحوالي 20% أكثر من الجانب الثاني، لكن تظل إندوسومات "سارا" في جانب pIIa لمدة تقترب من ضعف المدة التي تقضيها في الجانب الأول، وهي تتحرك إلى ما بعد نهاية الأنابيب ـ في أغلب الأحيان ـ في هذا الاتجاه. ونتيجة لذلك.. ينتهي الحال بأكثر من 80% من إندوسومات "سارا" في جانب pIIa (الشكل 1).

بعد ذلك.. أوضح ديريفيري وزملاؤه كيف يمكن لنشاط ثلاثة بروتينات فقط أن يفسر هذه الملاحظات. فخلال العملية، تتنقل إندوسومات "سارا" على طول الأنابيب المجهرية بواسطة بروتين Klp98A، المنتمِي إلى العائلة ذاتها لبروتين الحركة في الثدييات، الذي يحرك الحمولة إلى إحدى نهايات الأنابيب المجهرية[4]. أما سبب عدم تماثل الأنابيب المجهرية عند المغزل المركزي، فيعود إلى كونها غنية ببروتين "باترونين" (Patronin) في جانب pIIb، حيث يحمي الأنابيب المجهرية الموجّهة في اتجاه معين من نشاط بروتين Klp10A المزيل للبلمرة (المرجع 5)، والذي يفكك الأنابيب المجهرية غير المحمية في جانب pIIa.

من اللافت للنظر أن هذا التصميم المعقد والموجود داخل الخلية يتناسب مع معادلة بسيطة إلى حد ما، حيث تتناسب درجة عدم تماثل الإندوسومات عكسيًّا مع عدم تماثل الأنابيب المجهرية، وهي تزيد بشكل تصاعدي، نتيجة لعدة عوامل، من بينها عدم التماثل العكسي في الأنابيب المجهرية. تفسِّر هذه المعادلة على الفور الملاحظة غير المتوقعة بأن الإندوسومات المرتبطة بالأنابيب المجهرية تتراكم على جانب الخلية الذي يحتوي على عدد أقل من الأنابيب، كما أنها تفسر كيف يمكن لاختلاف صغير في كثافة الأنابيب أن يترجم إلى انحياز كبير في عملية انفصال الإندوسومات. وقد أكد الباحثون أن تلك المعادلة تعمل على نطاق واسع من مستويات عدم التماثل المُحفَّزة من قبل المغزل المركزي، وعرّفوا كل متغير من متغيرات المعادلة تجريبيًّا.

بوضع هذه المعادلة قيد الاختبار، قام ديريفيري وزملاؤه بوضع جزيء عازل لبروتين "باترونين" في جانب pIIb من خلية سالفة للعضو الحسي، على شبكة بروتينية هيكلية تسمى القشرة، وهي تبطن الطبقة الداخلية من الغشاء. هذا الفخ الجزيئي يسحب بروتين "باترونين" من جانب pIIb من المغزل المركزي، تاركًا هذا الجانب أكثر عرضة لتفكك الأنابيب المجهرية فيه من قِبَل بروتين Klp10A. ومن ثم، وجد الباحثون أن شبكة الأنابيب المجهرية أصبحت أكثر كثافة في جانب pIIa، وأن أغلب إندوسومات "سارا" وصلت إلى جانب pIIb، كما كان ذلك متوقعًا من المعادلة. وبما يتفق مع افتراضهم، لم يؤثر وضع فخ بروتين "باترونين" في قشرة جانب pIIa على عدم تماثل الأنابيب المجهرية، ولا موقع إندوسومات "سارا".

تمتلئ هذه الدراسة بفحوص مختبرية، وتحاليل مُحوَّرة، وكذلك كود حاسوبي مُعَد لهدف مخصوص، وأشياء أخرى كثيرة. كما تُعَدّ أيضًا مثالًا ممتازًا لقوة استخدام البيانات المتينة المُقَاسَة كميًّا لحل المشكلات المعقدة في علم أحياء الخلية الجزيئية، إذ تُطبّق المعادلات حين لا يكون الحدس كافيًا.

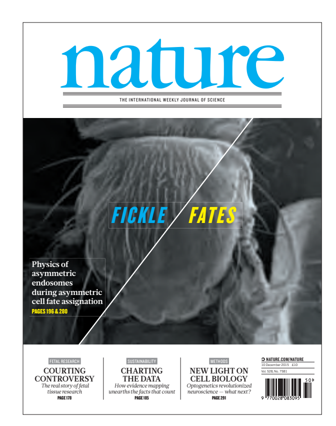
ونظرًا إلى طبيعة انتشار مكونات الآلية التي حددها ديريفيري وزملاؤه، فهي قد لا تقتصر على إندوسومات "سارا" في الخلايا المنقسمة السالفة للعضو الحسي فقط؛ بل يمكن أن تطبَّق على أي عملية، تتنقل فيها حمولة جزيئية في اتجاه واحد بواسطة بروتين خاص بالحركة على طول أنابيب مجهرية منظمة في حزم غير متماثلة. وإضافةً إلى ذلك.. يشير الحفظ التطوري للبروتينات المشارِكة إلى احتمال عمل هذه الآلية في أنواع أخرى. ويشير الباحثون في هذا البحث إلى إحدى الحالات التي تستحق الفحص الدقيق، وهي حالة بروز الخلايا العصبية المتفرعة، التي تستقبل المؤثرات من خلايا عصبية أخرى، إذ تحتوي على عديد من الأنابيب المجهرية متعاكسة الاتجاه، كما تلعب عملية نقل الحويصلات دورًا أساسيًّا في وظيفتها.

سوف تحدِّد الأبحاث المستقبلية ما إذا كان يمكن لتلك الآلية أن تُعَمَّم في عملية الانقسام هذه، أو في أي عملية أخرى في خلايا الثدييات. ويمكننا في الوقت الراهن أن نقول إن ذبابة الفاكهة قد منحتنا مجددًا نظرة عميقة في آلية حيوية أساسية، قد تكون قابلة للتطبيق أيضًا في كائنات أخرى. ■

كاييتانو جونزاليس يعمل في معهد بحوث الطب الحيوي، برشلونة، ومعهد برشلونة للعلوم والتكنولوجيا، 08028 برشلونة، إسبانيا؛ والمعهد الكتالوني للبحوث والدراسات المتقدمة "ICREA"، برشلونة.
البريد الإلكتروني: gonzalez@irbbarcelona.org

1. Knoblich, J. A. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* **2,** 11–20 (2001).
2. Coumailleau, F., Fürthauer, M., Knoblich, J. A. & González-Gaitán, M. *Nature* **458,** 1051–1055 (2009).
3. Derivery, E. *et al.* Nature **528,** 280–285 (2015).
4. Hoepfner, S. *et al. Cell* **121,** 437–450 (2005).
5. Goodwin, S. S. & Vale, R. D. *Cell* **143,** 263–274 (2010).

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 10 ديسمبر 2015
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 10 ديسمبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

أحياء جزيئية

إشارات تقود انقسام الخلايا غير المتماثل

يؤدي الاختلال في عملية الفصل غير المتماثل لإندوسوم *Sara* إلى تغيير المصير الخلوي للخلايا الجذعية المنتِجة لهذه الشعيرات، ومن ثم يصبح ظهر الذبابة عاريًا. وتُعَدّ عملية انقسام الخلية غير المتماثلة ـ التي تنتج فيها الخلية خليَّتين وليدتين، لكل منهما مصير مختلف ـ عملية أساسية مشتركة في مراحل نمو الخلايا الجذعية. يتم تقسيم العديد من محددات المصير في قشرة الخلية أثناء الانقسام غير المتماثل، وفي نطاق عدد من الخلايا تنفصل مجموعة من الإندوسومات التأشيرية بشكل غير متساو في السيتوبلازم؛ للتوسط في عملية توزيع جزيئات "نوتش/دلتا" بين الخلايا الوليدة. ولم تكن الكيفية التي يتم بها هذا التوزيع غير المتماثل معروفة، حتى جاء ماركوس جونزاليس جايتان وزملاؤه؛ ليبان أنه خلال الانقسام غير المتماثل، يتم تخليق المغزل المركزي عديم التماثل بواسطة إزالة بلمرة كينيزين Klp10A، والبروتين المقيد للأنيبيب، الذي يستقطب اتجاه حركة الإندوسوم. كما استطاعوا توجيه الاندوسوم إلى الخلية الخاطئة، وذلك بعكس قطبية المغزل المركزية باستخدام نهج الأجسام المضادة. ويُعتبر النظام المذكور هنا واحدًا من الأنظمة التي يمكن أن تستهدف الشحنات داخل الخلايا بشكل عام ـ والإندوسومات المؤشرة على وجه الخصوص ـ إلى واحدة من الخلايا الوليدة أثناء الانقسام غير المتماثل.

P olarized endosome dynamics by spindle asymmetry during asymmetric cell division

E Derivery *et al*

doi: 10.1038/nature16443

بِنًى عالية الدقة من إنزيم Pol III

ينسخ إنزيم بوليميرز الحمض النووي الريبي الثالث Pol III أحماضًا نووية ريبية غير مرمزة صغيرة، مثل جزيئات الحمض الريبي النووي النقّال tRNAs، وجزيئات الحمض الريبي النووي السيليسوسومي. وهو أكبر إنزيم بوليميرز حقيقي النواة، ولكنه الأقل توصيفًا من الناحية البنيوية. وقد حدَّد كريستوف مولر وزملاؤه بِنْية إنزيم بوليميرز الحمض النووي الريبي الثالث للخميرة المتبرعة باستخدام المجهر الإلكتروني لفحص العينة بالتبريد، وبناءً على ذلك.. شيَّدوا نموذجًا ذريًّا متكاملًا للمركَّب المكَّون من 17 وحدة فرعية، في صورة غير مقيدة، أو مدمودة. تسمح النتائج بمقارنة تفصيلية مع إنزيمي بوليميرز الحمض النووي الريبي الأول Pol I، والثاني Pol II، كما توضح تكيُّف إنزيمات البوليميرز نحو أهدافها المحددة.

Molecular structures of unbound and transcribing RNA polymerase III

N Hoffmann *et al*

doi: 10.1038/nature16143

أثر الميتفورمين على ميكروبيوم الأمعاء

هناك أدلّة متزايدة من الدراسات الترابطية على نطاق الميتاجينوم على أن العديد من الاضطرابات البشرية المشتركة، مثل السكري من النوع الثاني T2D، يرتبط بالخلل الحيوي المعوي، وهو اختلال غير صحي في مجهريات البقعة المعوية. ومع ذلك.. فإن إسهام العلاج بالأدوية المضادة لمرض السكري في علاج الخلل الحيوي المعوي لا يُعَوَّل عليه عادة. فقد حلل أولوف بيدرسن وزملاؤه دراستين من الدراسات الميتاجينومية لمرضى السكري من النوع الثاني T2D، التي أسفرت عن نتائج متباينة بشأن ارتباط هذا المرض بالخلل الحيوي المعوي، جنبًا إلى جنب مع مجموعة جديدة، لتحديد آثار عقار الميتفورمين المضاد لمرض السكر الموصوف على نطاق واسع. ووجد الباحثون أن عقار الميتفورمين كان له أثر واضح، إلا أن التوقيع الموحَّد للتحولات في مجهريات البقعة المعوية في مرض السكري من النوع الثاني T2D ما زال واضحًا.

Disentangling type 2 diabetes and metformin treatment signatures in the human gut microbiota

K Forslund *et al*

doi: 10.1038/nature15766

كيمياء غير عضوية

تحسُّن آفاق إنتاج وقود الديزل

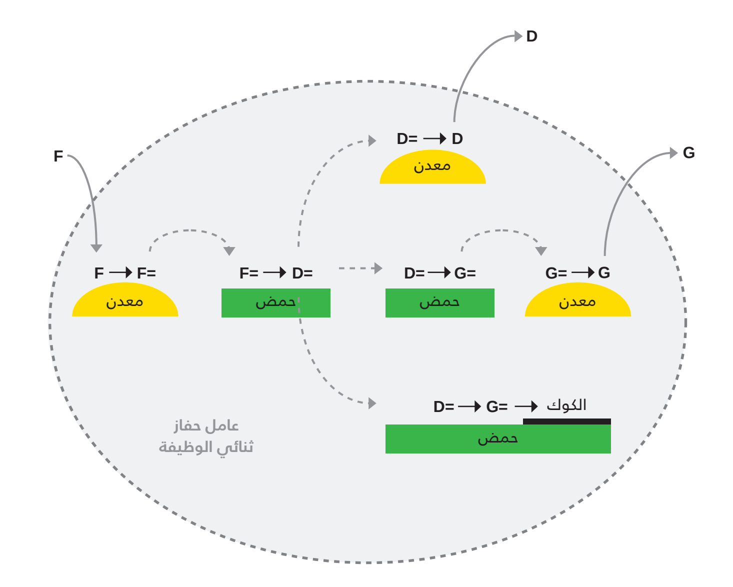
يزداد انتفاع الأجيال الجديدة من العوامل الحفّازة أحادية الوظيفة بشكل متواصل، وذلك لما تتميز به من سمات نانوية النطاق، يمكن السيطرة عليها، وتحسين درجة دِقّتها. تبيِّن جوفانا زيكيفيك وزملاؤها أنه يمكن للتحسين على النطاق النانوي أن يحسِّن من كفاءة العوامل الحفازة الانشقاقية ثنائية الوظيفة، المستخدَمة بطريقة واسعة لإنتاج وقود الديزل عالي الكفاءة. تحتوي تلك العوامل الحفّازة على جانب معدني وآخر حمضي. وكان من المتَّفَق عليه لسنوات عديدة أن تلك الجوانب ينبغي أن تكون قريبة من بعضها ـ على قدر الإمكان ـ للحصول على كفاءة مثلى، ولكنّ زيكيفيك وزملاءها اكتشفوا أن هذه الدرجة من القرب يمكن أن تضرّ بالانتقائية، وأنه ينبغي وضع الجوانب عند مسافات فاصلة نانوية النطاق. قد يؤدي هذا العمل إلى إنتاج ديزل أكثر فعالية من مصادر بديلة، كالغاز الطبيعي، والزيت النباتي، وزيت الطحالب.

Nanoscale intimacy in bifunctional catalysts for selective conversion of hydrocarbons

J Zečević *et al*

doi: 10.1038/nature16173

الشكل أسفله | رسم تخطيطي لتفاعلات التكسير الهيدروجيني التي تستخدم عامل حفاز ثنائي الوظيفة. يتم نزع مياه جزيئات الألكان، لتقوم بإنتاج الألكينات الوسيطة (F=). تنتشر الألكينات إلى مواقع حمض برونستيد الزيوليت، حيث تخضع لحمض حفزي هيكلي، يمكن أن يكون متبوعًا بواسطة واحد (D=) أو أكثر (G=) من أحداث التكسير، التي تقود ـ في بعض الأحيان ـ إلى تشكيل الكوك. تنتشر وسائط الألكين المُصاوَغَة، وتم تكسيرها إلى جانب المعدن، وتتم هدرجتها؛ لتشكِّل منتجات مصاوَغَة، أو مُكسَّرة D (ديزل)، و G (غاز).



علم المناعة

موقع الخلية التائية T_{reg} والمناعة الذاتية

تحدّ الخلايا التائية التنظيمية T_{reg} من استجابة المناعة الذاتية، عن طريق قَمْع الخلايا التائية المستجيبة ذاتية التفاعل في الأعضاء الليمفاوية، تحت ظروف غير التهابية، بطريقة تعتمد على إنترلوكين 2 (IL-2). وباستخدام تقنية تصوير جديدة، تُسمى التصوير الخلوي النسيجي، حدَّد رونالد جيرمان وزملاؤه خلايا تائية تنظيمية T_{reg} عالية القَمْع، تعبِّر عن عامل النسخ STAT5 في حالته المفسفرة النشطة في مجموعات منفصلة تحتوي على خلايا تائية نادرة، تعتمد على إنترلوكين 2 ($IL-2^{+}$) وتم تنشيطها بواسطة المستضدات الذاتية. ويتضح أن المستضد الذاتي الذي يقدم الخلايا الشجيرية يتفاعل مع كل من خلايا المستجيب والخلايا التائية التنظيمية. وتتضافر هذه الآليات لزيادة تنظيم الجزيئات القمعية، وبالتالي تثبيط المناعة الذاتية.

Immune homeostasis enforced by co-localized effector and regulatory T cells

Z Liu *et al*

doi: 10.1038/nature16169

علم المناخ

إجابة نموذجية للتنبؤ بهَطْل الأمطار

يُعَدّ ارتفاع هَطْل الأمطار خاصية مركزية لتوقعات النموذج المناخي، ولكن قيمة ذلك الارتفاع تتسم بدرجة كبيرة من عدم اليقين، من العسير اختزالها، أو حتى فهمها. يبين أنتوني دي أنجلز وزملاؤه أن معظم نطاق التنبؤات ينشأ من عملية تبدو أساسية، هي: امتصاص الغلاف الجوي للإشعاع قصير الموجة. ففي حالة المناخ الرطب ـ وهو المناخ المتوقَّع مستقبلًا، يجب أن تؤدي زيادة الرطوبة إلى نسبة أعلى من الهطْل، ولكن من ناحية أخرى.. ينبغي للرطوبة المرتفعة أن تزيد من امتصاص الموجات القصيرة؛ لتعويض نسبة الارتفاع. ويبين التحليل الحالي أنه عند مقارنة ذلك بالقيود الرصْدية، فإن النماذج تحاكي ارتفاعًا ضئيلًا للغاية بامتصاص الموجات القصيرة، وبالتالي زيادة ضخمة في الهطْل. وإذا ما كانت خوارزميّات النقل الإشعاعي المسيطِرة على الامتصاص مقيّدة بشكل أفضل وأكثر توحيدًا، قد تتضاءل نسبة عدم اليقين، وقد ينخفض متوسط التقدير الأساسي بحوالي 40%.

An observational radiative constraint on hydrologic cycle intensification

A DeAngelis *et al*

doi: 10.1038/nature15770

الطول الموجي (ميكرومتر)

الانعكاس المعاير القياسي

إيفونا

كولد بوكيفيلد

QUE 97990

LAP 03786

سيريس

كيمياء

مركّبات الأمونيا على سطح كوكب سيريس

قام مطياف VIR ـ الواقع على متن سفينة "دون"، التابعة لوكالة "ناسا" ـ بتحديد أطياف تحت حمراء للكوكب القزم "سيريس" على مسافات 82,000 إلى 4,300 كم عند أطوال موجية من 0.4 إلى 5 ميكرومترات، تشمل المنطقة الطيفية من 2.6 إلى 2.9 ميكرومتر غير قابلة للوصول إلى التليسكوبات المرتبطة بالأرض، نتيجة لامتصاص الغلاف الجوي. وتشير البيانات إلى الحضور واسع الانتشار للأمونيا متعددة التذبذب عبر السطح الكويكبي. هذا.. ولم يتم الكشف عن جليد مائي، ولذلك.. لا يمكن استبعاد وجود تمركُز ضئيل للمياه. يتضمن اكتشاف الأمونيا أن المادة من خارج المنظومة الشمسية كانت تندمج بـ"سيريس"، سواء أثناء تشكُّله عند مسافة ضخمة من المركز الشمسي، أم بواسطة إدماج المواد المنقولة إلى حزام الكويكبات الرئيس.

Ammoniated phyllosilicates with a likely outer Solar System origin on (1) Ceres

M Sanctis *et al*

doi: 10.1038/nature16172

الشكل أعلاه | طيف سيريس مقارنة بأطياف الكوندريتات الكربونية. المعروض هو أطياف انعكاسية معايَرة لكوندريتات كربونية CM/CI (إيفونا، وكولد بوكيفيلد، وQUE 97990، و LAP 03786) تم قياسها تحت ظروف جافة، مقارنة بطيف سيريس الذي حصلنا عليه بواسطة VIR. وقد تم فصل الأطياف، من أجل الوضوح.

علم الكواكب

التّسامِي المحتمَل للجليد على سيريس

تكشِف الصورُ من سفينة "دون" المدارية الخاصة بوكالة "ناسا" عن مناطق متمركزة ساطعة على سطح كوكب "سيريس"، وهو الجسم الأكبر بحزام الكويكبات الرئيس. وتتسق تلك المناطق غير المعتادة مع وجود كبريتات مغنسيوم مائية مختلطة مع مادة خلفية معتمة، مع احتمال وجود تركيبات أخرى. كما تزيد التقارير الأخيرة لبخار الماء، والماء المرتبط، والهيدروكسيد على سطح كوكب "سيريس" من إمكانية وجود مياه سطحية هناك. وتكشف الصور الجديدة عن نقاط ساطعة متعددة على سطح فوهة "أوكاتور" Occator، التي يمكن أن تعود إلى جليد سطحي. ووفقًا لصورة الفوهة المركزية للحفرة، فإن الإنتاج الأكبر للغيوم الضبابية بداخل الفوهة يكون بإيقاع نهاري، وهو ما يُعَدّ دلالة واضحة على تَسَامِي جليد مائي.

Sublimation in bright spots on (1) Ceres

A Nathues *et al*

doi: 10.1038/nature15754

فسيولوجيا الخلية

تحفيز الأيض من خلال إشارات الكالسيوم

تستجيب الخلايا الجذعية الجسدية لمنبهات الأيض الغذائي، عن طريق تحوير تكاثر الخلايا وتمايزها. فقد وجد هاينريش جاسبر وزملاؤه مؤخرًا أن الخلايا الجذعية المعوية لذبابة الفاكهة تستجيب لتغيُّر النظام الغذائي، وعلى وجه الخصوص لتغيير مستويات حمض الجلوتامات L-glutamate، عن طريق تحوير إشارات الكالسيوم؛ للتكيف مع معدل انقسامها وتمايزها. وبيَّنوا كذلك أن الكالسيوم عنصر أساسي في استجابة الخلايا الجذعية المعوية لمجموعة واسعة من المحفِّزات الغذائية والإجهادية.

Signal integration by $Ca2^{+}$ regulates intestinal stem-cell activity

H Deng *et al*

doi: 10.1038/nature16170

علم نفس

اعتقاد الأطفال أن "هذا ليس مُنْصِفًا"

برهنَتْ الأبحاث السابقة على أن الأطفال يطوِّرون حس الإنصاف خلال مرحلة الطفولة، ولكن ليس من المعروف كيفية تباين هذين المكوِّنين ـ النفور من المعاملة غير المنصِفة، والنفور من رؤية الآخرين يعامَلون معاملة غير منصِفة ـ عبر الثقافات. أجْرَى هؤلاء الباحثون تجاربهم على أطفال ينتمون إلى سبع ثقافات مختلفة، واكتشفوا أن النفور من المعاملة غير المنصِفة يظهر في مرحلة الطفولة المبكرة، وباتساق عبر الثقافات المتباينة. ويَظهر النفور من رؤية الآخرين يعامَلون معاملة غير منصِفة في مرحلة متأخرة من الطفولة. وتم رصد هذا النفور بالتجربة في ثلاث ثقافات فقط من السبع التي تمت دراستها.

The ontogeny of fairness in seven societies

P Blake *et al*

doi: 10.1038/nature15703

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيولوجيا الخلية

الالتهام الذاتي ونمو الهيكل العظمي

من الثابت أن العمليات التخليقية الحيوية تؤثر على نمو الهيكل العظمي، ولكنّ دور المسارات الأيضية التقويضية ما زال غامضًا. تَحَرَّى كارمين ستيميبري وزملاؤه عن تورط أحد هذه المسارات - الالتهام الذاتي - أثناء نمو العظام؛ ووجدوا أنه خلال مرحلة النمو فور الولادة في الفئران، يستحث الالتهام الذاتي في الخلايا الغضروفية، التي يسببها لصفيحة النمو لتنظيم نضوج وإفراز النوع الثاني من الكولاجين (Col2)، وهو العنصر الرئيس في نسيج خارج الخلية للغضروف. وعلى المستوى الجزيئي، يبدو أن هذه العملية تُجرى بواسطة عامل النمو FGF18، من خلال مستقبِلات FGFR4، والتنشيط المعتمِد على JNK لمركّب بدء الالتهام الذاتي VPS34/Beclin1. ومن المثير للاهتمام، تمكُّن الباحثين من التغلب على انخفاض مستويات Col2 في صفيحة النمو للفئران ناقصة عامل النمو FGF18 و FGFR4، من خلال التنشيط الدوائي للالتهام الذاتي.

FGF signalling regulates bone growth through autophagy

L Cinque *et al*

doi: 10.1038/nature16063

نظرة جديدة على تقلُّص العضلات

يُعتقد أن تقلص العضلات الهيكلية وعضلة القلب ـ إضافة إلى التغيرات البنيوية في الشعيرات الرقيقة المحتوية على الأكتين ـ يسمح بانزلاق الشعيرات في حالة الشعيرات المقيدة لمحرّكات الميوسين. لم ينجح هذا المفهوم ـ الذي استمر لعقود ـ في تفسير حقيقة أنه في العضلة المسترخية، لا يمكن أن تقيَّد محركات الميوسين بالشعيرات الرقيقة. فقد اختبر فينتشنزو لومباردي وزملاؤه الفرضية القائلة إن خطوة متساهلة ثانية لتقصير العضلات تنطوي على تغيير بنيوي في الشعيرات السميكة. ويكشف تحليلهم لخلايا العضلات الهيكلية المفردة عن أنّ الآلية رقيقة الشعيرات المقبولة، المنخرطة في جزء صغير بشكل جوهري "ON" ـ بدء التشغيل ـ من محركات الميوسين، يمكنها تنظيم انقباض العضلات ضد التحميل المنخفض. ومع ذلك.. يتطلب توليد القوة ضد التحميل العالي في الواقع تغيُّرًا في بِنْيَة الشعيرة السميكة التي تشكِّل بِنْيَة "OFF" ـ إيقاف التشغيل ـ تحت التحميل المنخفض.

F orce generation by skeletal muscle is controlled by mechanosensing in myosin filaments

M Linari *et al*

doi: 10.1038/nature15727

عائق يقف أمام تغيُّر مصير الخلية

يَعتمِد تحديد مصير تطوُّر وإعادة برمجة الخلية إلى مسار مختلف على التعبير الجيني المنظَّم من قِبَل العوامل المؤثرة على الكروماتين. فقد أجرى كونراد هوتشيدلينجر وزملاؤه فحصين معتمدين على التداخل بواسطة الحمض النووي الريبي؛ للبحث عن العوامل المرتبطة بالكروماتين التي تعوق إعادة البرمجة. وحددوا العامل الأول "عامل-1" لتجميع الكروماتين CAF-1 كمنظِّم مهم لهذه العملية، وهو الذي يعمل من خلال تقديم الكروماتين غير القابل للوصول إلى عوامل النسخ. وبالتالي، فإن قَمْع وظيفة CAF-1 يسهِّل وصول الكروماتين إلى عوامل إعادة البرمجة، سواء أثناء إعادة البرمجة لتعدد القدرات، أم في تحويل المصير مباشرة.

The histone chaperone CAF-1 safeguards somatic cell identity

S Cheloufi *et al*

doi: 10.1038/nature15749

أ

λ_1

$\Delta(H) \geq \gamma$

λ_0

ب

$\lambda(H)$

λ_0

فيزياء

معضلة الفجوة الطيفية

الفجوة الطيفية بفيزياء الأجسام المتعددة الكمية هي الفارق بين الطَّوْر الأرضي لنظام، وطوره المستثار الأول. وقد كان أمر تحديد ما إذا كان النظام فجويًّا، أم غير ذلك ـ وبفرض نموذج هاميلتوني ـ مشكلة قائمة منذ أمد طويل في الفيزياء، ومعروفة بـ"مشكلة الفجوة الطيفية". ويبرهن توبي كوبيت وزملاؤه على أن مشكلة الفجوة الطيفية غير قابلة للتقرير، في حين أنه كان معروفًا من قبل أن أَخْذ قرار بشأن وجود فجوة طيفية أمر عسير، إلا أن تلك النتيجة تبرهن على أصعب الأشكال الخوارزمية لمشكلة أساسية في فيزياء الأجسام المتعددة.

Undecidability of the spectral gap

T Cubitt *et al*

doi: 10.1038/nature16059

الشكل أعلاه | المنظومات ذات الفجوات وعديمة الفجوات. أ، يمتلك النظام ذو الفجوات طورًا أرضيًّا متفردًا $\lambda_0(H)$، وارتباطًا أدنى γ ثابتًا على الفجوة الطيفية $\Delta(H) = \lambda_1 - \lambda_0$ بالحد الديناميكي الحراري. **ب**، نظام عديم الفجوات يمتلك طيفًا متصلًا فوق الطور الأرضي $\lambda_0(H)$ بالحد الديناميكي الحراري.

جيولوجيا

الاحتكاك الصخري مسألة نطاق

يُعَدّ الانزلاق الاحتكاكي عند الشقوق عاملًا مهمًّا في معظم الزلازل. وهناك جهود مبذولة كثيرة، لدراسة الخواص الاحتكاكية للصخور بالتجارب المختبرية. تثير هذه الدراسة الشكوك حول تدرُّج النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسات المختبرية للقشرة الأرضية. فقد استخدم فوتوشي ياماشيتا وآخرون عينات صخرية مترية المقياس ـ ليست العينات سنتيمترية المقياس المستخدَمة في العادة ـ وبرهنوا على أن الاحتكاك بالنطاق متري المقياس يبدأ في الانخفاض عند معدَّل عمل، تبلغ قيمته أقل من ذاك الخاص بالعينات الأصغر. وافترض الباحثون أن المناطق مركزة الإجهاد تحدث حين يتم إنتاج مواد أخدودية أكثر، نتيجة للانزلاق الاحتكاكي، مما ينتج عنه مزيد من تركيزات الإجهاد عند تلك المناطق. ولأنّ عدم التجانس أمر شائع بالطبيعة، فقد خلص الباحثون إلى أن الشق الطبيعي سيفقد قوته بشكل أسرع من المتوقَّع، من خلال الخواص المقدَّرة من عينات الصخور الصغيرة.

Scale dependence of rock friction at high work rate

F Yamashita *et al*

doi: 10.1038/nature16138

وراثة

هشاشة الكروموسوم الداخلية

المواقع الهَشّة المشتركة "CFS" هي مناطق تُوجَد في جينومات حقيقيات النواة، وتُعتبر حساسة لضغوط تَضاعُف الحمض النووي، كما يتم الاحتفاظ بها بشكل مستقر، وتتضاعف في الجينوم البشري في معظم الأحيان، ولكنها ارتبطت بالإصابة ببعض أنواع السرطان، والأمراض الوراثية. وقد تَبَيَّن حديثًا أن التعبير عن أحد تلك المواقع هو حدث مبرمَج، يعزِّزه إنزيم نوكليز داخلي MUS81، وليس ناتجًا عن اضطراب في بِنْيَة الكروموسوم الناجم عن القوى الميكانيكية في الانقسام الميتوزي. وقد حدَّد إيان هيكسون وزملاؤه مؤخرًا سلسلة محددة من الأحداث المسبِّبة للموقع الهَشّ المشترك "CFS". ووصفوا مسار تخليق الحمض النووي غير المجدوَل، المنظَّم بواسطة إنزيم نوكليز الداخلي MUS81، والوحدة

الفرعية لدلتا بوليميريز الحمض النووي POLD3، ومسار الطَّوْر الأول في الانقسام الميتوزي المبكر.

Replication stress activates DNA repair synthesis in mitosis

S Minocherhomji *et al*

doi: 10.1038/nature16139

علم الأورام

التطور السريع لتغاير خلايا الأورام

باستخدام عينات من رأب الثدي البشري، ونهج الترميز الخطي للحمض النووي؛ لتتبُّع الخلايا المحوَّلة بجين ورمي واحد، أوضح كوني إيفز وزملاؤه أن الخلايا القاعدية واللمعية لديها القدرة على بدء تكوُّن الأورام لدى زراعتها في الفئران. وتشير بيانات الباحثين إلى أنه خلافًا للاعتقاد بأن تغاير الورم ينشأ نتيجة لأحداث متعددة مكوِّنة للورم على مدى فترة زمنية طويلة، تتطور خصائص الخلايا السرطانية بسرعة كبيرة بعد التحول.

Barcoding reveals complex clonal dynamics of *de novo* transformed human mammary cells

L Nguyen *et al*

doi: 10.1038/nature15742



غلاف عدد 17 ديسمبر 2015

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 17 ديسمبر من دَوْريّة "*Nature*" الدولية.

علوم البحار

جين نضوج سمك السلمون

تم التقاط صور بالكاميرا لسمك سلمون أطلسي من كلا النوعين ـ الذكور والإناث ـ تحت الأضواء الشمالية بنهر ألتا بالنرويج. وقد استخدم جريج بريمر وزملاؤه دراسة الروابط على نطاق الجينوم للعمر عند البلوغ، ليبرهنوا على أن جين مفرد ـ وهو VGLL3 ـ يؤثر بشدة على التباين في العمر عند البلوغ، وكذلك حجم الجسم في سمك السلمون. وتُعَدّ هذه الصفات مهمة بالنسبة إلى هذا النوع المعرَّض للصيد بشكل واسع. وقد اكتشف الباحثون أن موضع الجين VGLL3 يعد مثالًا مهمًا لهيمنة صفة معينة، بناء على الجنس، وهو ما يعزز البلوغ المبكر والمتأخر في الذكور والإناث على التوالي. توفر هذه الآلية دقة فصل للاضطراب الجنسي بتلك السمة، حيث يفضل انتقاء أعمار تكاثرية مختلفة بكلا الجنسين، حيث تتفق الإناث من كونها أضخم (5-15 كجم)، وتمكث طويلًا على غذاء البحر، ويكون نضوجها متأخرًا، بينما تكون الذكور ذات لياقة عالية، وتنضج عند أحجام أصغر (1-3 كجم). وهذا الاكتشاف سوف يكون له أثر كبير على إدارة التجمعات الخاصة بسلمون الأطلسي، حيث تم رصد تناقص في وتيرة البلوغ المتأخر في تجمعات عديدة.

Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon

N Barson *et al*

doi: 10.1038/nature16062

أحياء جزيئية

بروتين A20، والموت المبرمج للخلايا

يسهم إنزيم تحرير اليوبيكويتين A20 في مختلف المتلازمات الالتهابية وأمراض المناعة الذاتية، بما في ذلك التهاب المفاصل، والتصلب المتعدد، ومرض كرون، ومرض الصدفية. وقد حدَّد إنجريد ويرتز وزملاؤه الآليات الجزيئية التي تسهم بواسطتها مجالات متميزة من إنزيم تحرير اليوبيكويتين A20 في السيطرة على الموت المبرمج للخلايا والالتهابات.

Phosphorylation and linear ubiquitin direct A20 inhibition of inflammation

I Wertz *et al*

doi: 10.1038/nature16165

نظام إصلاح جديد للضرر التأكسدي

أورد فريدريك باراس وزملاؤه التعرُّف على نظام إنزيمي ـ MsrPQ ـ يمكنه إصلاح مجموعة واسعة من البروتينات المحيطة بالغشاء البلازمي،والتي تعاني من وجود ميثيونين تالف من جرّاء التأكسد "ميثيونين سلفوكسيد؛ "Met-O" في غلاف الخلية البكتيرية، وهي الحجرة التي تتعرض بشكل خاص لضرر الأكسدة من آليّات دفاع المضيف. ينتشر النظامان الإنزيميان MsrP، وMsrQ في نطاق واسع في البكتيريا سلبية الجرام، ويتم التعبير عنها بعد التعرض لحمض الهيبوكلوروز، وهو عامل قوي مضاد للميكروبات، تنتجه العدلات. ومن المثير للاهتمام أن نظام إصلاح MsrPQ متميز وظيفيًّا عن إنزيمات الاختزال لميثيونين سلفوكسيد التقليدية، حيث إنه لا يُظْهِر خصوصية فراغية، ويمكن أن يختزل المصاوغ الفراغي R وS لميثيونين السلفوكسيد "Met-O". إضافة إلى ذلك.. أورد الباحثون آليّة جديدة لعمل النظام الإنزيمي MsrPQ، تُستخدم فيها الإلكترونات من السلسلة التنفسية؛ لتفعيل الاختزال، وإنشاء صلة جديدة بين التمثيل الغذائي، والسلامة الخلوية.

Repairing oxidized proteins in the bacterial envelope using respiratory chain electrons

A Gennaris *et al*

doi: 10.1038/nature15764

علم الأعصاب

تأثيرات محيِّرة للوراثيات البصرية

إنّ تطوُّر الوراثيات البصرية كأداة محددة لسبر وظيفة الدوائر العصبية المحددة وراثيًّا في تنفيذ سلوكيات معينة يعكس النمو الحديث الذي يشهده علم الأعصاب. ومع ذلك.. فإنّ دراسات عديدة منتمية إلى هذا الحقل تتجاهل الآثار غير المباشرة للتلاعب بالدوائر العصبية على دوائر أخرى تعمل بشكل مستقل في مهام منفصلة. يكشف بينس أولفيكزكي وزملاؤه كيف أن التعطيل العابر لدوائر معينة في الثدييات والطيور المغردة يمكن أن يعطل بشدة استجابة الدماغ لبعض المهام المحددة، التي في حال عدم تعطيلها يمكن أن تتعافى بعد وقوع إصابات دائمة. ويشير هذا إلى أن هناك اعتبارات إضافية يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تفسير بيانات التلاعب العابر بدوائر السلوك العصبية.

Acute off-target effects of neural circuit manipulations

T Otchy *et al*

doi: 10.1038/nature16442

تشكُّل تَتابُع عصبي أثناء التعلم

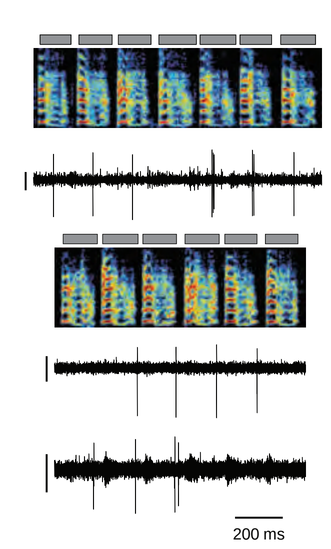
لُوحِظ تشكُّل تَتابُع محدد من النشاط العصبي أثناء ممارسة التنقل، والحركة المركبة، وتكوين الذاكرة، وغيرها من السلوكيات، ولكن يظل مبهَمًا كيف تتطور أثناء الأفعال المكتسَبة بالتعلم. فقد سجَّل ميشيل فيه وزملاؤه نشاط المنطقة الحركية في الطيور ـ HVC، مركز الصوت العالي، وهو نواة لازمة للتعلم والتغريد في دماغ الطيور المغردة ـ في الطيور صغيرة السن؛ لمتابعة تطور التتابع العصبي أثناء تعلُّمها "مقاطع" الأغنية الصوتية. ولاحظوا تشكيل مقاطع "نموذج تجريبي" مبكرًا، مع العديد من التسلسلات العصبية الجديدة المتباينة للغاية، التي تنمو وتنشأ من هذا المقطع السلفي، كتقدُّم في التعلم. يقترح الباحثون نموذجًا آليًّا، تنشأ فيه متواليات عصبية متعددة من النمو، وتقسيم تسلسل سلف مشترك.

Growth and splitting of neural sequences in songbird vocal development

T Okubo *et al*

doi: 10.1038/nature15741

الشكل أسفله | تتابعات إيقاعية في مركز الصوت العالي HVC خلال مرحلة المقطع اللفظي الأولى. ثلاث خلايا عصبية مسجلة من الطائر 2 خلال مرحلة المقطع اللفظي الأول (الأعلى: HVC_x؛ dph 63؛ السفلي: تسجيل متزامن لخليتين عصبيتين؛ وكلتاهما HVC_x؛ dph 64؛ مقياس البار، 0.5 mV).



فيزياء كمية

حقيبة مختلطة من الجسيمات المتشابكة

لا تتساوى كل الأنظمة الفيزيائية بأبنية الحوسبة الكمية في جودة إكمالها لكل مهمة. فعلى سبيل المثال.. بالحاسب الكَمِّي مُحاصَر الأيون، هناك عنصر واحد محدد، قد يكوِّن ذاكرة كيوبت ممتازة، بينما يستطيع عنصر آخر نقل المعلومات بين العُقَد. ومع ذلك.. هناك شرط أساسي للاستفادة من تلك المزايا، وهو تشابك الأنواع الذرية المختلفة. وقد حققت مجموعتان هذا الشرط بطريقة مستقلة، فبينما بَيَّنَ تينج ري تان وزملاؤه التشابك بين العناصر المختلفة $^{9}Be^{+}$، و$^{25}Mg^{+}$، حقَّق كريستوفر بالانس وزملاؤه التشابك بين النظائر الذرية المختلفة $^{40}Ca^{+}$، و$^{43}Ca^{+}$. وتمثل هذه الدراسات خطوة أولى في اتجاه منطق كَمِّي مختلط الأنواع. ومن منظور أساسي، فإنها تبيِّن أن الجسيمات القابلة للتمييز من خلال العديد من الخواص الداخلية يمكنها ـ في الواقع ـ أن تتشابك، وأن تنتهك متباينة "بيل".

Multi-element logic gates for trapped-ion qubits

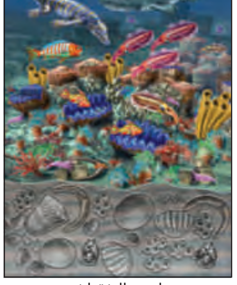
T Tan *et al*

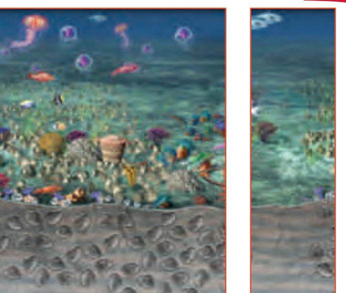
doi: 10.1038/nature16186

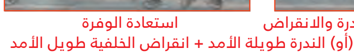
Hybrid quantum logic and a test of Bell's inequality using two different atomic isotopes

C Ballance *et al*

doi: 10.1038/nature16184







تطور

ندرة الأنواع.. والانقراض

إنّ الاتفاق على اعتبار نوع ما منقرضًا يشكِّل معضلة، لأنه يكاد يكون من المستحيل معرفة ما إذا كان آخِر فرد ينتمي إلى هذا النوع قد مات، أم ليس بعد. تتعقد هذه المعضلة فيما يُسمى بأحداث "الانقراضات الجماعية" في الماضي الجيولوجي، حيث تكون ديناميّات الانقراض أكثر تعقيدًا، نتيجة للتغيرات غير المتوقَّعة التي تشهدها الحفريات. يتخذ بينسيلي هول وزملاؤه نهجًا بديلًا.. حيث إنهم ـ عوضًا عن دراسة أحداث الانقراض الجماعي ـ يقدمون فرضية "الندرة الجماعية"، وهي النقطة التي ينخفض نوعٌ ما عندها إلى حدّ أنه لم يعد يسهم بأي طريقة فعّالة بالمنظومة البيئية. قد توفِّر الندرة الجماعية أداة مهمة في المقارنة بين أحداث الانقراض التي حدثت في الماضي الجيولوجي، وأزمة التنوع البيولوجي التي نعيشها الآن.

Rarity in mass extinctions and the future of ecosystems

P Hull *et al*

doi: 10.1038/nature16160

الشكل أعلاه | لا يوجد فرق بين الندرة الجماعية والانقراض الجماعي بالسجل الأحفوري، وقد تكون لهما التأثيرات نفسها على المنظومة البيئية. أدَّت الأنشطة البشرية إلى ندرة جماعية لعديد من النباتات والحيوانات التي كانت وافرة في الماضي (اليمين إلى الوسط). يمكن أن تبدو الندرة الجماعية مثل الانقراض الجماعي بالسجل الأحفوري، لأن الأنواع الوفيرة في الماضي أصبحت نادرة، بحيث لم يعد من الممكن ملاحظتها بسهولة (أسفل). من المحتمل أن المجموعات الوفيرة في السابق، والمهمة على المستوى البيئي ـ كمهندسي النظام البيئي ـ لم تنقرض بالفعل، ولكن تناقصت تحت حد الوفرة المطلوب لأداء أدوارها البيئية، لتصبح "أشباح" بيئية وإمكانية إعادة التجميع بعد الانقراضات تؤدي إلى بنية نظام بيئي مختلف جذريًّا، ويؤدي دوره مع الحد الأدنى من الانقراض (اليمين)؛ ليطرح التساؤل حول ما يحمله المستقبل. العمل الفني مستخدَم بإذن من نيكو ر. فولر، سايو للفنون.

أحياء مجهرية

مجهريات البقعة في الأوراق والجذور

تتكون مجهريات البقعة للجذور والأوراق للنباتات السليمة من مجتمعات بكتيرية منظمة تصنيفيًّا. وفي هذه الدراسة، عَزَل الباحثون 8,000 عزلة بكتيرية تقريبًا من أوراق وجذور نبات *Arabidopsis*، تمثل شُعَب البكتيريا الرئيسة الموجودة. وتم استخدام فك تتابعات جينومات 400 سلالة من سلالات ممثلة؛ لتقييم التداخل الوظيفي بين مجهريات البقعة للتربة والجذور والأوراق في نبات *Arabidopsis*؛ لإعادة تكوين المجتمعات البكتيرية التي تشبه تلك الموجودة في البيئات الطبيعية. تُظْهِر البيانات بشكل جماعي إمكانية نقل متبادَلة بين أعضاء مجهريات البقعة الجذرية والورقية والتداخل الوظيفي في المجتمعات، ولكن تُظْهِر أيضًا أدلّة على تخصص مجهريات البقعة لبيئتها الملائمة.

Functional overlap of the *Arabidopsis* leaf and root microbiota

Y Bai *et al*

doi: 10.1038/nature16192

فيزياء نانوية

أَخْذ درجة الحرارة في الاعتبار

على الرغم من توجيه الكثير من الاهتمام إلى الخواص الإلكترونية والبصرية والميكانيكية للمواد على النطاق النانوي، تظل خواصها الحرارية غير مكتشَفة نسبيًّا. يهدف براموd ريدياند وزملاؤه إلى ملء تلك الفجوة المتعلقة بالمفاهيم. فقد استخدموا قياسات للنقل الحراري الإشعاعي في المجال قرب المتطرف؛ لفحص السلوك الخاص بالإشعاع الحراري بين عديد من الأسطح الصلبة، التي تفصل بينها فجوات تبلغ نانومترين. وتمت نمذجة التحسينات المرصودة القائمة على الفجوات بدقة في حدود الإطار النظري للديناميكا الكهربية التقلُّبية؛ لتعطي الثقة بأن مثل تلك التأثيرات قد تصمَّم بشكل عقلاني إلى أجهزة نطاق نانوي جديدة، تسخِّر النقل الحراري الإشعاعي.

Radiative heat transfer in the extreme near field

K Kim *et al*

doi: 10.1038/nature16070

فيزياء

القطرات الزيتية تتجسد

يوضح ستويان سموكوف وزملاؤه تتابعًا غير مرصود من قَبْل لتحولات شكلية تحدث لدى التبريد البطيء لقطرات الزيت المعلقة بالماء والمحتوِي على خافض توتر سطحي مفرد. تتنقل القطرات الزيتية للهيدروكربون الخطي المفرد ـ مثل تيترادیكان، أو هيكساديكان ـ بشكل متسلسل من الأشكال الكروية إلى ثُمانيّات السطوح، والصفائح سداسية الوجوه، والصفائح الثلاثية، أو المُعَيَّنية. تنمو ألياف سائلة دقيقة في نهاية المطاف من جوانب الصفائح؛ لتستهلك الطور الهيدروكربوني بأكمله. ويمكن حِفْظ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأشكال المشوبة بقطرات الزيت بطريقة دائمة بالتجميد السريع. كما يفسر الباحثون تلك التحولات الشكلية بوصفها مظهرًا من مظاهر متسلسلة الأطوار البلورية السائلة، فائقة الاستقرار، التي تتحقق بواسطة الهيدروكربونات الخطيّة أثناء التبريد.

Self-shaping of oil droplets via the formation of intermediate rotator phases upon cooling

N Denkov *et al*

doi: 10.1038/nature16189

فلك

مجالات مغناطيسية.. كمحرِّكات للسوبرنوفا

هناك مِن أكثر المنظومات الفلكية ما تستمد حيوية طاقتها من الاضطراب المغناطيسي الهيدروديناميكي. يستعرض فيليب موستا وزملاؤه هنا نتائج محاكاة كونية مغناطيسية هيدروديناميكية نسبية عامة، ثلاثية الأبعاد، ويبرهنون على أن انعدام الاستقرار المغناطيسي الدوراني له فاعلية بالغة في تحريك الاضطراب المغناطيسي الهيدروديناميكي، الذي يقود ـ بالمشاركة مع الدوران ـ إلى تعاقُب عكسي "مُوَلِّد"، ويقوم بإنتاج مجال مغناطيسي منتظم على نطاقات كبيرة. تبرهن النتائج على أن النجوم الضخمة سريعة الدوران تُعَدّ أسلافًا مقبولة لكل من السوبرنوفا من الأنواع Ic-bl، واندلاع أشعة جاما طويلة الأمد، مما يقدم آليّة تَشَكُّل قابلة للتطبيق للمغناطيسيات، ويمكن أن تُؤخذ في الاعتبار بالنسبة إلى السوبرنوفا فائقة السطوع.

A large-scale dynamo and magnetoturbulence in rapidly rotating core-collapse supernovae

P Mösta *et al*

doi: 10.1038/nature15755

علم البيئة

انتعاش التنوع الحيوي بالتربة الحمضية سابقًا

تُعَدّ ارتفاعات الانبعاثات بشرية المصدر لنيتروجين الغلاف الجوي مسؤولة عن انخفاض التنوع الحيوي في الأراضي العشبية، ولكن ليس من الواضح إلى أيّ مدى تبلغ قابلية الانعكاس عند تناقص مستويات النيتروجين. فقد استخدم جوناثان ستروكي وزملاؤه بيانات من تجربة حديقة العشب المستمرة منذ أمد طويل في روثامستد؛ ليبرهنوا على إمكانية استرداد التنوع الحيوي بالكامل لعافيته، لأن مستويات نيتروجين الغلاف الجوي البريطاني بدأت في التناقص خلال الخمسة وعشرين عامًا الماضية في جميع أنواع التربة الأكثر حمضية.

Grassland biodiversity bounces back from long-term nitrogen addition

J torkey *et al*

doi: 10.1038/nature16444

علم المناخ

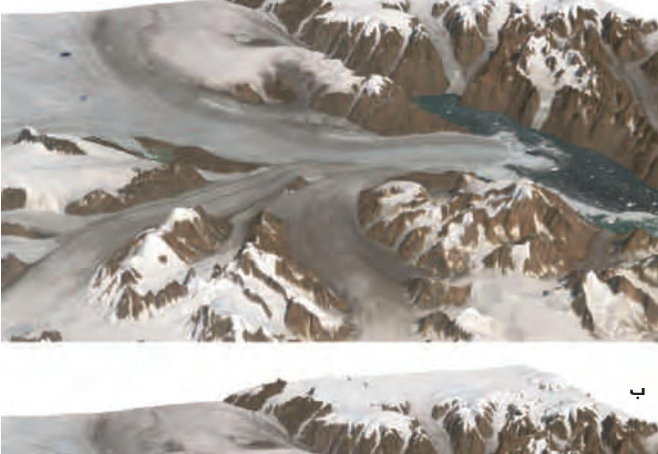
الفقْد الجليدي بجرينلاند

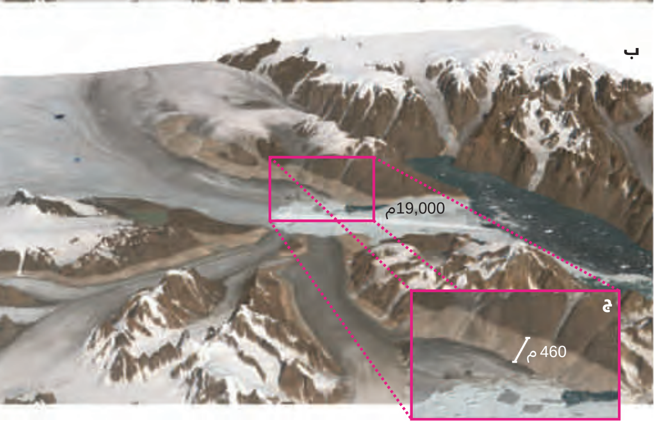
تفقد صفيحة جرينلاند الجليدية "GrIS" كتلتها بمعدل متسارع، لتسهم في ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي، ولكنْ هل يُعَدّ المعدَّل الحالي استثنائيًّا، مقارنةً بالبيانات المتنوعة المرصودة في القرن العشرين؟ من العسير الإجابة على هذا السؤال، نتيجة لقلة الترصُّد قبل نهايات القرن العشرين. يسدّ كورت كجار وزملاؤه تلك الفجوة البيانية، عن طريق تحليل مجموعة من الصور الجوية، التي تم التقاطها في ثمانينات القرن الماضي. تكشِف الصور عن الحد الأقصى للجليد عند نهاية العصر الجليدي الضئيل، وموضحة عند توقيت التقاط الصورة. ويتم الاستدلال على التغير من خلال المقارنة. وقد قام البحث بالبرهنة على أن صفيحة جرينلاند الجليدية قد فَقدت جليدًا عبر القرن العشرين بأكمله، لكن المعدَّل الحديث يتعدى ضعف المعدلات المبكرة، وذلك بدمج هذا العمل مع الترصُّد الحديث، والنماذج. يعود معظم الفقد المتسارع إلى تغيرات التوازن الكتلي السطحي، عوضًا عن تغيرات الطريقة التي تتحرك بها الصفيحة الجليدية، والتي ظلت ثابتة تقريبًا.

Spatial and temporal distribution of mass loss from the Greenland Ice Sheet since ad 1900

K Kjeldsen *et al*

doi: 10.1038/nature16183





الشكل أسفله | نماذج ثلاثية الأبعاد لجبل كانجرلوساك الجليدي. أ، إعادة بناء السطح الجليدي الأقصى للعصر الجليدي الضئيل عند 1,900 متر. **ب**، السطح الجليدي لعام 2013. **ج**، صورة مقربة للحافة الشمالية للسطح الجليدي الخاص بعام 2013. خريطة القاعدة هي تصوير القمر الصناعي لاندسات في عام 2013. العصر الجليدي الضئيل هو فترة باردة، تمددت فيها صفيحة جرينلاند الجليدية GIS، التي غالبًا ما ارتبطت بالفترة الزمنية 1450-1850. تُعَدّ الدلالة المذهلة على أن صفيحة جرينلاند الجليدية قد انقبضت عبر القرن الماضي هي الإضافة الجديدة، وتتمثل في الحدود الواضحة بين حجر الأساس المتآكل، والأقل تآكلا على جوانب الوادي، والركام الجديد غير العشبي بالقرب من مقدمات الجبل الجليدي الحالي بالعديد من مناطق جرينلاند. تم أخذ السِّمتين في الاعتبار؛ لتتويج التقدمات الجليدية الخاصة بالعصر الجليدي الضئيل، التي تشكلت في الأساس أثناء القرن الثامن عشر، أو عند نهايات ثلاثينات القرن التاسع عشر.

علم الأورام

دور العدلات في الإصابة بالسرطان

تكشف ستيفاني وُكوليك، وإيلاريا ملانتشي عن دور للعدلات في نشر أورام الثدي. وأظهرت الباحثتان في نماذج الفئران أن اللوكوتريينات المستمدة من العدلات تعزز انتشار خلايا سرطان الرئة، عن طريق توسيع نطاق مجموعة من الخلايا السرطانية، لديها إمكانات عالية لتكوين الأورام. وقد تبين أن اجتثاث العدلات، أو التثبيط الوراثي، أو الدوائي لتخليق اللوكوترينات يقلل من تكوين النقائل.

Neutrophils support lung colonization of metastasis-initiating breast cancer cells

S Wculek *et al*

doi: 10.1038/nature16140

الإصابة بالوَرَم الأرومي العصبي

سبق أنْ حُدِّد ضُلُوع ظاهرة تعددية الأشكال لموضع الجين الورمي *LMO1* في قابلية الإصابة بالورم الأرومي العصبي، وهو سرطان يصيب الأطفال. فقد حدَّد جون ماريس وزملاؤه متغايرًا مسبِّبًا للمرض في هذا الموضع، وهو المسؤول عن الترابط الجيني لجين *LMO1* بقابلية الإصابة بالورم الأرومي العصبي. وقد أظهر الباحثون أن تعدُّد الأشكال النوكليوتيدية المفردة المسبِّبة للمرض يعطِّل موقع تقييد عامل النَّسْخ GATA في عنصر معزِّز فائق محدد للأنسجة داخل الإنترون الأول لجين *LMO1*، مما يؤثر على التعبير عن الجين الورمي.

Genetic predisposition to neuroblastoma mediated by a *LMO1* super-enhancer polymorphism

D Oldridge *et al*

doi: 10.1038/nature15540

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وراثة

السيطرة على إعادة الاتحاد المتماثل

تقع عملية إعادة الاتحاد المتماثل بشكل أساسي بين الكروماتيدات الشقيقة، وبالتالي في مراحل دورة الخلية S وG2، بعد أن يتم تضاعف الحمض النووي. فقد حَدَّد دانيال ديروشير وزملاؤه كيف تقمع إعادة الاتحاد المتماثل في مرحلة G1، وهي المرحلة التي تسبق التضاعف في دورة حياة الخلية. ووجد الباحثون أن الجوانب الحاسمة هي التفاعل بين BRCA1، وBRCA2-PALB2، وقمع الاستئصال الجزئي لنهاية الحمض النووي. ومن خلال استعادة هذه الأنشطة، أظهروا أن إعادة الاتحاد المتماثل يمكن أن تحدث بطريقة أخرى في مرحلة G1، وهو ما قد يمثل نهجًا مفيدًا في محاولة استهداف الجينات في الخلايا غير المنقسِمة.

A mechanism for the suppression of homologous recombination in G1 cells

A Orthwein *et al*

doi: 10.1038/nature16142



غلاف عدد 31/24 ديسمبر 2015
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 31/24 ديسمبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

كيمياء

نهج التحليل الشبكي للمركّبات المعقدة

طَوَّر ريتش ساربونج وزملاؤه استراتيجية موحدة لتكوين أعضاء عائلة الدايتيربينويدات المتعددة باستخدام نهج "التحليل الشبكي"، الذي أسسه إي. جيه كوري في سبعينات القرن العشرين. استخدم الباحثون هذا الإطار؛ لتحديد وسيط اصطناعي متنوع، يسهِّل تخليق مركّبات الويساكونيتين- د weisaconitine D والليلجيستراندينين liljestrandinine، فضلًا عن لُبّ الجوماندونين gomandonine. ويمكن تطبيق برنامج الرسم الموجود على شبكة الإنترنت، المطور لهذا العمل في عمليات تحليل وتخليق جزيئات أخرى مثيرة للتحدي من حيث البِنْيَة.

Network-analysis-guided synthesis of weisaconitine D and liljestrandinine

C Marth *et al*

doi: 10.1038/nature16440

طريقة لصنع مركّبات سبائك الماغنسيوم

أفضل سبائك الماغنسيوم المتاحة حاليًّا خفيفة للغاية، لكنها تفتقد القوة التي تُظْهِرها المعادن الهيكلية الأخرى. وتوفِّر المركّبات القائمة على الماغنسيوم وسيلة للاحتفاظ بالخفة، مع إضافة القوة. يبين هنا زياو-شون وزملاؤه إنتاج تشتت منتظم كثيف من جسيمات سيليكون الكاربيد النانوية (14 في المئة من الحجم) بالماغنسيوم، عبر الاستقرار الذاتي للجسيمات النانوية بمعدن منصهر. وأظهر المركّب الناتج تحسنًا في القوة، والصلابة، والمطاوعة، والاستقرار، مرتفعًا تحت درجات الحرارة. قد يوفر هذا النهج الجديد مسارًا قابلًا للتطبيق على نطاق واسع لمركّبات المعادن الخفيفة مرتفعة الكفاءة، وذلك بالتغلب على التحدي طويل الأمد للجسيمات النانوية المتشتتة بالمصفوفات المعدنية.

Processing and properties of magnesium containing a dense uniform dispersion of nanoparticles

L Chen *et al*

doi: 10.1038/nature16445

كيمياء حيوية

بروتينات متكررة متجاورة

تتكون البروتينات المتكررة من وحدة بنيوية تنسخ عدة مرات، بحيث تجاور بعضها البعض. وتنتشر تلك البروتينات بشكل واسع في الكائنات الحية، وتلعب أدوارًا حاسمة في التعرف الجزيئي، والتأشير، وغيرها من العمليات البيولوجية الأساسية. كما تحدد التفاعلات بين وحدات البروتينات المتكررة شكل وانحناء البِنْيَة الإجمالية. وقد وصفت ورقتان بحثيّتان ـ نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* ـ تصميم مصفوفات تكرار متجاور مفتوح، غير مقيد هندسيًّا. فقد استخدم ديفيد بيكر وزملاؤه تصميمًا حاسوبيًّا لبروتين؛ من أجل توليد سلسلة من البروتينات، التي تحتوي على تكرار "موتيف" بنيوي بسيط في شكل "لولب- حلقة- لولب- حلقة". تُظْهِر بيانات 43 محلولًا أطياف تشتت الأشعة السينية، و15 بنية من البروتينات المصممة أن هذه البروتينات المتكررة غير الطبيعية لديها مجموعة واسعة من الانحناءات، وأن بنَاها الإجمالية في اتفاق وثيق مع نماذج التصميم. وقد استخدم فيليب برادلي وزملاؤه التصميم الحاسوبي للبروتين؛ لتخليق سلسلة من بنَى ألفا-الملف اللولبي/ الحلقي، التي لها أنصاف أقطار شتَّى، و"ثقوب" مختلفة الحجم. وقد حَلّ الباحثون البِنَى البلورية بالأشعة السينية لأربعة من البروتينات المصمَّمة، وحددوا أن بنَاها الإجمالية تتفق مع نماذج التصميم.

Exploring the repeat protein universe through computational protein design

T Brunette *et al*

doi: 10.1038/nature16162

Rational design of α-helical tandem repeat proteins with closed architectures

L Doyle *et al*

doi: 10.1038/nature16191

الشكل أسفله | نظرة تخطيطية عامة لأسلوب التصميم الحاسوبي. يتم أخذ عينات بانتظام لتوليفات "حلزون-حلقة-حلزون-حلقة" (يسار)، ومدّها إلى بنَى متكررة (يمين) باستخدام تجميع أجزاء روزيتا مونت-كارلو. تشير المربعات الحمراء على اليمين إلى وحدات التكرار الفردية؛ الأرقام أدناه، أطوال الحلزون 1، حلقة 1، الحلزون 2، وحلقة 2 لهذين المثالين.

تطور

ضغوط الانتخاب.. والحمض النووي

تَستخدِم هذه الدراسة الحمض النووي القديم كنافذة على فترة حاسمة من التطور البشري، ألا وهي وصول الزراعة إلى أوروبا منذ حوالي 8,500 سنة. وقد تم الحصول على بيانات المسح على نطاق الجينوم من 230 أوراسيًّا (أوروبي آسيوي)، يرجع تاريخها إلى ما بين 6,500 و1,000 سنة قبل الميلاد، بما في ذلك عيِّنات من 26 فردًا من العصر الحجري الحديث الأناضولي، تمثِّل أول حمض نووي قديم من إقليم شرق البحر المتوسط. وعثر الباحثون على دليل للاختيار على المواضع المرتبطة بالنظام الغذائي، وتصبُّغ الجلد، والمناعة. كانت أقوى إشارة للانتخاب في الأليل المسئول عن استمرار اللاكتيز، مما يدعم وجهة النظر القائلة إن هناك ترددًا ملموسًا لاستمرار اللاكتيز في أوروبا فقط، يرجع إلى أربعة آلاف سنة مضت.

Genome-wide patterns of selection in 230 ancient Eurasians

I Mathieson *et al*

doi: 10.1038/nature16152

فلك

طرد كتلة إكليلية متوهجة، أو باهتة

استخدم كلايتون مايرز وزملاؤه تجربة مختبَر، مصمَّمة خصيصًا لتحديد معايير اندلاع شمسي غير معروفة مسبقًا، ومتجذِّرة بقوة شد المجال المغناطيسي. يقود اندلاعات الكتل الإكليلية تحريرٌ مفاجئ للطاقة

الحلقة 1
الحلزون 1
الحلزون 2
الحلقة 2



المغناطيسية المخزَّنة بأحزمة الفيض المغناطيسي بالإكليل الشمسي، وعندما يتزعزع استقرار الحزمة الفيضية، فإما أن تنفجر؛ وينتج عنها اندلاع، أو تضعف وتنهار. ويُعتقد أن نتيجة حدث معين يتم تحديدها عن طريق انعدام توازن للقوة، يُدعى انعدام الاستقرار الحَيْدي. تنطوي التجربة على حزمة فيضية مقوَّسة مشدودة إلى أثري تنوين مُوَصِّلين، وهو ما يكشف عن أحداث "حَيْد فاشلة" تحدث عندما يكون عمل المجال المحيط حلقيًّا عبر الحزمة الفيضية قويًّا بما فيه الكفاية؛ لمنع الحزمة الفيضية من التلوِّي.

A dynamic magnetic tension force as the cause of failed solar eruptions

C Myers *et al*

doi: 10.1038/nature16188

أحياء جزيئية

تفاعلات جزيئية خاصة بالطفرة

أوْرَد جون ييتس وزملاؤه طريقة تحليل بروتيومية جديدة (CoPIT)، استخدموها لتحديد البروتينات التي تتفاعل مع منظِّم التوصيل عبر الغشاء للنوع البري من التليف الكيسي CFTR، ومع النسخة الطافرة ΔF508، التي هي السبب الرئيس للتليف الكيسي. وحدَّد الباحثون تفاعلًا جزيئيًّا خاصًّا بالطفرة، تمت إعادة تشكيله بناء على إنقاذ وظيفة القناة بمثبطات دي أسيتيلِز الهيستون. توفر هذه النتائج تبصُّرًا داخل شبكة تفاعلات البروتين-البروتين، التي إما أن تكون ضارة، أو مهمة لوظيفة منظِّم التوصيل عبر الغشاء للنوع البري من التليف الكيسي CFTR، كما تَبَيَّن أن تغيير تفاعلات معينة في هذه الشبكة يمكن أن يعزِّز الإنقاذ الوظيفي.

ΔF508 CFTR interactome remodelling promotes rescue of cystic fibrosis

S Pankow *et al*

doi: 10.1038/nature15729

أحياء مجهرية

إعادة التفكير في عملية "النَّترَتة"

أورد فريقان بحثيان توصيفًا لبكتيريا *Nitrospira*، التي تمتلك كافة الإنزيمات اللازمة لتحفيز عملية "النَّترَتة" الكاملة ـ عملية أكسدة النيتروجين بيولوجيًّا ـ وهو نمط ظاهري، يشار إليه باسم "كوماموكس"، ويعني اختصارًا لـ(الأكسدة الكاملة للأمونيا). وحتى الآن، كان يُعتقد أن هذا التفاعل المكوَّن من خطوتين يشمل اثنين من الكائنات الحية في تفاعل التغذية المتبادلة. وتشير تحليلات شجرة التطور إلى أن نمط "الكوماموكس" موجود في عدد من البيئات المتنوعة، ولذلك.. فهذه النتائج تنطوي على تغيير وجهة نظرنا بشكل جذري عن دورة النيتروجين، وتفتح أفقًا جديدًا في مجال بحوث عملية "النترتة".

Complete nitrification by *Nitrospira* bacteria

H Daims *et al*

doi: 10.1038/nature16461

Complete nitrification by a single microorganism

M Kessel *et al*

doi: 10.1038/nature16459

فلك

وصف مُنْدَلِع راديوي سريع

يوفِّر تحليل لبيانات المغنطة والوميض من الاندلاع الراديوي السريع FRB 110523 المكتشَف بالبيانات الأرشيفية مؤشرات حول محيط الاندلاع، والمسافة التي يبعدها عنا. وتُعَدّ الاندلاعات الراديوية السريعة ظواهر مكتشَفة حديثًا، لم يتم تفسيرها بعد، حيث تقوم بإشعاع ومضات غير متكررة، عريضة الحزمة ملِّي ثانيوية، ويبدو أنها تنشأ من أجزاء قَصِيَّة من الكون، ومن أجسام يبلغ حجمها مئات فقط من الكيلومترات، أو أقل. تكشف البيانات الجديدة من FRB 110523 عن دوران من النوع الفارادي، وتشتُّت يشير إلى بلازما ممغنطة كثيفة بالقرب من المصدر، وهو ما يدعم النماذج التي تشمل تعدادات نجمية يافعة كالماجنيتارات.

Dense magnetized plasma associated with a fast radio burst

K Masui *et al*

doi: 10.1038/nature15769

الشكل أعلاه | أطياف درجة حرارة السطوع مقابل الزمن بالنسبة إلى FRB 110523. يبين المنحنى القطري الأسود نبضة السطوع الراديوي المكتسحة عبر الزمن. يتأخر زمن الوصول بطريقة تفاضلية (متشتتة) بواسطة البلازما على طول خط الرؤية. زوج من المنحنيات بالأبيض، يصنعان قوسا حول نبضة FRB، ليبينوا أن دالة التأخر تتوافق مع ما هو متوقع من بلازما باردة. تبين القضبان الرمادية الأفقية أين تم حذف البيانات الرنينية الواقعة ضمن إطار مستقبِل تليسكوب بنك الهيدروجين الأخضر. وتبين الصورة المرفقة تقلبات السطوع التي يُحْدِثها الوميض.

كيمياء حيوية

التباين عبر الغشائي، والسرطان

يُوجد متغاير إكسون 9 لجين مستقبِل عامل نمو الخلايا الليفية *FGFR4* بشكل كبير في العديد من أنواع السرطان المختلفة، لكن الآليّة البيولوجية الكامنة وراء هذا الارتباط كانت غير معروفة. تبيِّن فيجاي أُولَاجاناثان وزملاؤها مؤخرًا أن هذا المغاير متعدد الأشكال rs351855-G/A يقوم بإنشاء موقع مقيد في البروتين *FGFR4* لعامل النسخ STAT3، مما يؤدى بدوره إلى تعزيز توظيف البروتينات لغشاء الخلية الداخلي، وتعزيز فسفرة التيروزين لـ STAT3 وإشارات STAT3 المحسَّنة. ويشير هذا إلى أن متغايرات الخط الجرثومي لجزيئات سطح الخلية التي تجند STAT3 لغشاء الخلية الداخلي تقع في لب عملية تشخيص السرطان، وتطور المرض.

Germline variant FGFR4 p.G388R exposes a membrane-proximal STAT3 binding site

V Ulaganathan *et al*

doi: 10.1038/nature16449

وراثة

مثيلة الحمض النووي تحدّ من تقييد NRF1

لا تحتل عوامل النسخ الخاصة بتتابع محدد سوى جزء صغير من "موتيفاتها" عبر الجينوم. وهنا، نظر ديرك شوبيلر وزملاؤه في تأثير الحمض النووي على عامل النسخ المقيد في الخلايا الجذعية الجنينية للفأر، ووجدوا أن NRF1 ـ العامل التنفسي النووي1 ـ هو عامل نسخ حساس للمثيلة. ويعتمد التقييد الفسيولوجي لـNRF1 على الإزالة المحلية لمثيلة الحمض النووي بعوامل غير حساسة للمثيلة. ولذلك.. يمكن استخدام حساسية عامل النسخ لمثيلة الحمض النووي للحدّ من التقييد على وجه التحديد للمناطق التنظيمية.

Competition between DNA methylation and transcription factors determines binding of NRF1

S Domcke *et al*

doi: 10.1038/nature16462

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيزياء كمية

التراكب الكَمّي العيّاني

برهنت مقاييس التداخل المادية-الموجية التي تسمح برصد نمط تداخل الحزم الموجية الذرية التي تنقسم وتتجمع على أنها أدوات مفيدة في علم المعادن الدقيق، والبحث الأساسي. فعند تخلُّق المواضع الفائقة بتلك المقاييس التداخلية تقوم مقاييس التداخل بتوفير فرصة لقياس ما إذا كانت المواضع الكمية الفائقة موجودة على مستوى الطول العيني، أم أنها عند المقاييس الصغيرة المجهرية فقط، ولكن النطاق العيني الضروري لاختبار مثل هذا لم يتم الوصول إليه بمقاييس التداخل المادية-الموجية حتى الآن. يستعرض الباحثون هنا التداخل الكمي للحزم الموجية المفصولة بمسافة 54 سم. ويَعِد مقياسهم التداخلي أيضًا بحساسية متزايدة في اختبارات الدقة عند قياس مبدأ التكافؤ، أو قياس الجاذبية، على سبيل المثال.

Quantum superposition at the half -metre scale

T Kovachy *et al*

doi: 10.1038/nature16155

تكنولوجيا

رقاقة تشمل كل شيء

أصبح النقل السريع للبيانات بين الرقائق بأنظمة الحاسب الآلي ومراكز البيانات واحدة من العقبات بمعالجة المعلومات الحديثة. ومِن طرق زيادة السرعة.. استخدام وصلات بصرية، عوضًا عن الأسلاك الكهربية. وقد شهد العقد الماضي جهودًا مشهودة لتطوير الآليات الفوتونية النانوية القائمة على السيليكون؛ لدمج مثل تلك الوصلات مع الرقائق السيليكونية، ولكن عدم التوافق بين عمليات التصنيع المستخدَم في الإلكترونيات والفوتونيات برهن على كونه عائقًا. ويصف شين صن وزملاؤه مؤخرًا معالجًا مجهريًّا "قائمًا على رقاقة"، دَمَج ـ بنجاح ـ الإلكترونيات والفوتونيات التي يتم إنتاجها الآن باستخدام تقنيات تصنيع الرقاقة الإلكترونية المجهرية القياسية. يجمع المعالج المجهري الناتج 70 مليونًا من مكونات الترانزستور و850 مكونًا فوتونيًّا، ويمكنه التواصل بصريًّا مع العالم الخارجي. وتُعَدّ هذه النتيجة طريقًا للمضيّ قدمًا إلى منظومات أبنية حوسبية جديدة سريعة، ومنخفضة الطاقة.

Single-chip microprocessor communicating directly using light

C Sun *et al*

doi: 10.1038/nature16454

الشكل أعلاه | أجنة دقيقة مع اثنين من براعم الفلقة في كاسيات البذور من العصر الطباشيري المبكر. إعادة البناء باستخدام الفحص المجهري بالتصوير المقطعي بالأشعة السينية لأشعة السنكروترون (SRXTM) للأجنة المضمنة في البذور (**أ، ج، و، ح، ي**) ومعزولة من البذور (**ب، د، هـ، ز، ط، ك**). **أ، ب**، بذور خارجية القصرة والجنين (صنف 1؛ S170235، فاماليسو في البرتغال). **ج-هـ**، أحفورة *Canrightiopsis* مع البذور والجنين (S174005، فاماليسو في البرتغال). **و، ز**، ثمار أحفورة *Anacostia* مع البذور والجنين (PP54021، كينيلورث في إنجلترا). **ح، ط**، أحفورة Appomattoxia مع البذور والجنين (PP54064، بوديلدوك). **ي، ك**، ثمرة بالبذور والجنين (صنف 2؛ PP54021، كينيلورث في إنجلترا). مقياس البار، 500 ميكرومتر (**أ، ج، و، ح، ي**)، 100 ميكرومتر (**ب، د، هـ، ز، ط، ك**).

علم النبات

ملاحظة كاسيات البذور المبكرة

وُجِد أوّل النباتات المزهرة خلال العصر الطباشيري، تحت أقدام الديناصورات. ويُعتقد عمومًا أنها كانت نباتات صغيرة وعشبية، تكيَّفت للاستعمار السريع للموائل الهامشية المضطربة. وقد تم التحقق من صحة هذه الفرضية بشكل كبير من خلال هذه الدراسة، التي أجريت على أكثر من 200 بذرة من بذور مغطاة من العصر الطباشيري المبكر، محفوظة في 11 مجموعة نباتية لأحفورة صغيرة من شرق أمريكا الشمالية والبرتغال. كانت البذور صغيرة، وتكيفت للانتشار السريع والإنبات السريع؛ وحُفظت جميعها خلال مرحلة سُبات عميق في مسيرة تطورها.

Exceptional preservation of tiny embryos documents seed dormancy in early angiosperms

E Friis *et al*

doi: 10.1038/nature16441

جيولوجيا

نموذج جديد للاندلاع الصهاري

طَوَّر يان لافالي نموذجًا جديدًا لأحداث التفجر بقباب الحِمَم، قائم على ترصُّد حقل وتجارب جديدة غير مفسرة، حيث قدموا أدلة على التحوصل الصهاري، والتحوصل الناتج عن التسخين، عوضًا عن إزالة الضغط، كما كان يُفترض في العادة. يشير التحليل النسيجي لرماد بركاني من سانتياجيتو، وجواتيمالا إلى أن الصهارة كانت مستحَثة بالتسخين السريع، كما لوحظ سابقًا أيضًا أثناء تجارب الشقوق الاحتكاكية، وهو ما يبرهن على أن الاحتكاك يستطيع توليد حرارة كافية، لحث الانصهار وتحوصل صهارة السيليكا المشبعة بالماء. وقد خلص الباحثون إلى أن المسار الحراري الذي تعاني منه الصهارة أثناء الصعود يمكن أن يكون تحكمًا من الدرجة الأولى في التفريغ، والتحوصل، وقوة الصهارة، والانتقال الانفجاري المفرط بالاندلاعات البركانية.

Thermal vesiculation during volcanic eruptions

Y Lavallée *et al*

doi: 10.1038/nature16153

صيدلة جزيئية

آليّات الشفاء المعوي

تم توصيف الإشارات الخلوية التي تدعم صيانة الأمعاء الظهارية العادية من خلال تنظيم نشاط الخلايا الجذعية المعوية ISCبشكل جيد، ولكن الإشارات المنخرطة في تنظيم حيز الخلايا الجذعية المعوية بعد تعرُّضها للضرر لا تزال غير واضحة. فقد وجد آلان هاناش وزملاؤه أن الخلايا الليمفاوية الفطرية تنتج إنترلوكين22 (IL-22) بعد الإصابة، لزيادة نمو عضيّات معوية في الفأر. وتبينوا كذلك أن IL-22 مُعَاد الاتحاد يعزِّز توسُّع الخلايا الجذعية المعوية في كل من عضيّات الإنسان، والفأر، عبر مسار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يعتمد على STAT3 ، وبشكل مستقل عن خلايا بانيث، التي توفر إشارات لصيانة الخلايا الجذعية المعوية. هذا.. ويعزز العلاج بـ IL-22 شفاء الخلايا الجذعية المعوية من الإصابة المعوية.

Interleukin-22 promotes intestinal-stem-cell-mediated epithelial regeneration

C Lindemans *et al*

doi: 10.1038/nature16460

علم المناعة

البحث في الأمراض المعتمدة على T_H17

اتضح أن قدرة هيليكيز الحمض النووي الريبي DDX5 على التفاعل مع عامل النَّسْخ الرئيس RORγt تعتمد على تقييد الحمض النووي الريبي غير المرمِّز الطويل Rmr. ينسِّق مركَّب DDX5-RORγt نَسْخ جينات الخلية التائية المناعية المساعِدة T_H17 الانتقائية، وهو مطلوب لإمراض الخلايا الليمفاوية T_H17 . واكتشاف هذه العلاقة بين هيليكيز الحمض النووي الريبي، ومركَّب الحمض النووي الريبي الطويل في مركَّب يلقي الضوء من جديد على دور التنظيم النسخي، ويقترح سبلًا جديدة للبحث في الأمراض التي تعتمد على T_H17.

DDX5 and its associated lncRNA *Rmrp* modulate T_H17 cell effector functions

W Huang *et al*

doi: 10.1038/nature16193

دور بروتين ATG5 المضاد للعدوى

يُفترض على نطاق واسع ـ استنادًا إلى بيانات من زراعة الخلايا ونماذج الفئران - أن الالتهام الذاتي هو آلية أساسية في السيطرة على العدوى ببكتريا السل *Mycobacterium tuberculosis*. وتبيَّنت كريستينا ستولينجز وزملاؤها مؤخرًا أن الأمر لا يسير على هذا المنوال، حيث تبيَّنوا أنه على الرغم من أن جين الالتهام الذاتي *Atg5* هو المفتاح لاستضافة المناعة، إلا أن جينات الالتهام الذاتي الأخرى لا تؤثر على مخرجات مرض السل. وبدلًا من ذلك.. يحمي عامل الالتهام الذاتي ATG5 الفئران من الإصابة بالسل، عن طريق تنظيم تدفق العدلات، وتلَف الأنسجة.

Unique role for ATG5 in neutrophil-mediated immunopathology during *M. tuberculosis* infection

J Kimmey *et al*

doi: 10.1038/nature16451

علم البيئة

انخفاض التلقيح بتعرُّض النحل للمبيد

هناك أدلة قوية على أن المبيدات النيونيكوتينويدية neonicotinoid يمكن أن تكون لها تأثيرات سلبية على النحل. ومع هذا.. لم يثبت أن هذا قد يؤدي إلى مشكلات مع الخدمة البيئية التي يقدمها النحل، وهي التلقيح. يبين هؤلاء الباحثون في اختبارات حقلية تشمل 100 شجرة تفاح أن النحل الطنان المتعرض للنيونيكوتينويد يقدم تلقيحًا أقل كفاءة، مما يؤدي إلى اختزال في عدد البذور.

Neonicotinoid pesticide exposure impairs crop pollination services provided by bumblebees

D Stanley *et al*

doi: 10.1038/nature16167



غلاف عدد 7 يناير 2016
طالع نصوص الأبحاث في عدد 7 يناير من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

وراثة

السيطرة على إنهاء عملية النَّسْخ

يُعتبر التتابع المتكرر لمجال النهاية الكربوكسيلية للسلسلة عديدة الببتيد لإنزيم بوليميريز الحمض النووي الريبي الثاني Pol II هدفًا مفضَّلًا للعديد من إنزيمات التعديل. وفي هذه الدراسة، حدَّد ووَصَف جاك جرينبلات وزملاؤه تعديلًا ثنائي المثيلة، متناظرًا لبقايا الأرجينين، R1810، في مجال النهاية الكربوكسيلية للسلسلة عديدة الببتيد، حيث يتم تعديل R1810me2s بواسطة PRMT5، الذي يتفاعل مع بروتين SMN ـ بروتين بقاء الخلايا العصبية الحركية على قيد الحياة ـ ومع بروتين سيناتاكسين بشكل غير مباشر، مع تواجد طفرات هذه البروتينات في حالات الأمراض التنكسية العصبية. يرى الباحثون أن تعديل R1810me2s لإنزيم بوليميريز الحمض النووي الريبي الثاني ـ إلى جانب نشاط SMN وسيناتاكسين ـ هو جزء من مسار لحل حلقات R- المرتبطة بالنسخ، الذي يؤثر ـ في حال غيابه ـ على التعبير الجيني، عن طريق تعطل إنهاء النسخ.

SMN and symmetric arginine dimethylation of RNA polymerase II C-terminal do main control termination

D Zhao *et al*

doi: 10.1038/nature16469

علم البيئة

البصمة البيئية للبشر

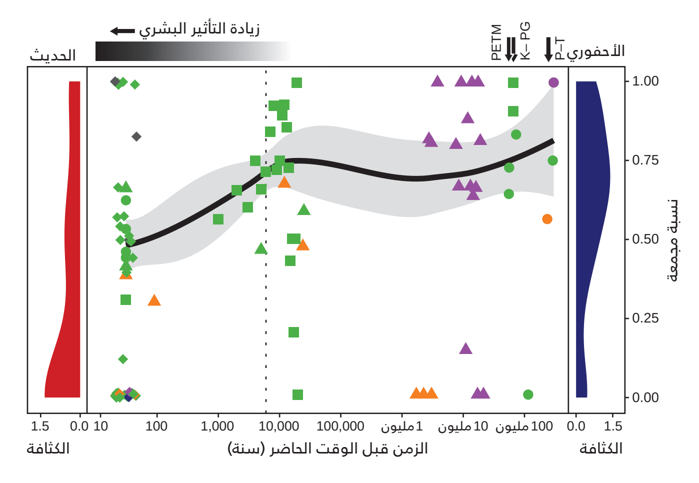
لم تتم هيكلة المجتمعات البيئية بطريقة عشوائية، بل توجد أنواع محددة معًا بشكل أقل أو أكثر مما قد يُتوقع ـ على الأغلب ـ عن طريق الصدفة. فقد فحصت كاثلين ليونز وزملاؤها أنماط الوجود المشترك لأكثر من 300 ألف زوج من الأنواع النباتية والحيوانية في ثمانين تجمُّعًا تغطي 300 مليون سنة مضت. وقد اكتشفوا أن الارتفاع النسبي لأزواج من الأنواع المتقاربة والمتباعدة بشكل ملحوظ كان مستقرًّا خلال الـ300 مليون سنة، قبل أن يتغير الوضع على نحو مفاجئ منذ 6,000 سنة مضت. كان هذا التوقيت عند نشأة الزراعة تقريبًا، وتوسُّع التجمعات البشرية، مما يشير إلى أنه حتى قبل ظهور التكنولوجيا المتقدمة، بدأ البشر في تغيير بنية الوجود المشترك للمجتمعات النباتية والحيوانية الأرضية.

Holocene shifts in the assembly of plant and animal communities implicate human impacts

S Lyons *et al*

doi: 10.1038/nature16447

الشكل أسفله | نسبة الأزواج المجمعة على مدى 300 مليون سنة. يحدد خط عمودي منقط عند 5998 سنة نموذج توقف خطي في هذا الاتجاه. وأزواج الأنواع غير العشوائية من البيانات 'الأحفورية'، التي تحمل (بروفيل الكثافة الزرقاء)، هي في الغالب مجمعة، في حين أن البيانات "الحديثة"، أي التي تحمل (بروفيل الكثافة الحمراء) هي في الغالب معزولة. وتشير الألوان إلى القارة: أمريكا الشمالية (الأخضر)، وأوراسيا (الأرجواني)، وأستراليا (رمادي غامق)، وأمريكا الجنوبية (الأزرق الداكن)، وأفريقيا (برتقالي). وتشير الأشكال النقطية إلى نوع البيانات: حبوب اللقاح (مربع)، والثدييات (مثلث)، نباتات كبيرة (دائرة). هذا.. وجميع البيانات الأحفورية والحديثة من مواقع البر الرئيسة لم تدرج مواقع جُزُر. وقد تم تعيين قيم الوقت لنقاط البيانات الحديثة لعمر واحد، ولكنها تشوِّش التمثيل البصري. ويُذكر أن P–T هي مرحلة انتقالية بين البيرمو–الترياسي؛ K–Pg، مرحلة انتقالية بين العصر الطباشيري – الباليوجيني؛ PETM، الحد الأقصى الحراري الباليوسيني–الإيوسينى.



كيمياء

طَوْر غير جزيئي للهيدروجين!

يُتوقَّع من جزيئات الهيدروجين تحت الضغوط المرتفعة للغاية أن تنهار، وتشكِّل طَوْرًا ذَرِّيًّا معدنيًّا. ومِثْل هذا الطَّوْر لم يتحقق من قبل، لكن نتائج جديدة من فريق بجامعة إدنبرة قد تُقَرِّبْنا من هذا الهدف، حيث تمكنوا مؤخرًا من كَبْس جزيئات الهيدروجين ومكافئها من الديوتيريوم، تحت ضغوط تفوق 3.5 مليون ضغط جوي، ورأوا إشارات مثيرة لطَوْر جديد، ربما يكون تمهيدًا للطَّوْر غير الجزيئي الذي طال انتظاره.

Evidence for a new phase of dense hydrogen above 325 gigapascals

P Dalladay-Simpson *et al*

doi: 10.1038/nature16164

اختزال كهربي فعّال لثاني أكسيد الكربون

قد يكون إنتاج أنواع وقود مفيدة من ثاني أكسيد الكربون عبر الاختزال الكهربي طريقة نظيفة لاستبدال الوقود الأحفوري، واختزال انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث قام شان جاو وزملاؤه بتحويل الكوبالت ـ وهو معدن خامل، غير نشط ـ في هذا التفاعل إلى عامل حفّاز كهربي فعال، من خلال توليفه بشكل طبقات ذات سُمْك أربع ذرات. وتشير هذه النتائج إلى أن الأكسدة الجزئية للسطح تعزِّز الفعالية لما هو أبعد من ذلك، وتوضح إمكانية تنفذ استراتيجية عامة؛ لتحويل معادن خاملة أخرى إلى عوامل اختزالية كهربية حفازة.

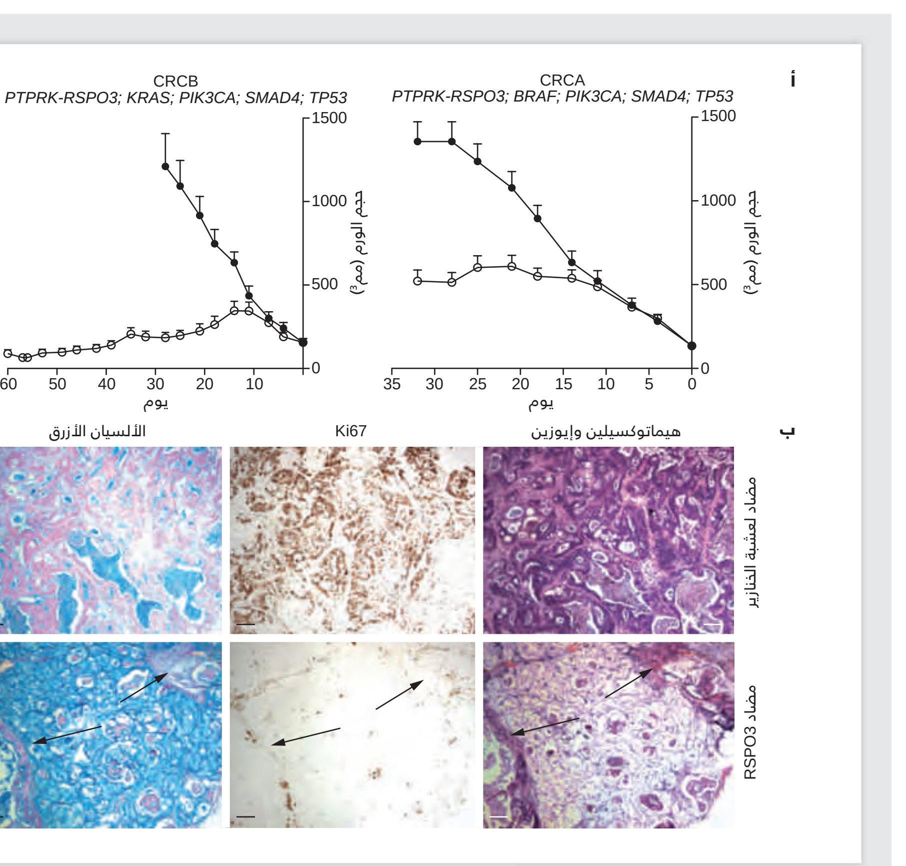
Partially oxidized atomic cobalt layers for carbon dioxide electroreduction to liquid fuel

S Gao *et al*

doi: 10.1038/nature16455

تصميم لاختزال أول أكسيد الكربون

إنّ غازَي الكربون المؤكسدَين (ثاني أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكربون) هما من منتجات احتراق الوقود الأحفوري، والتحويل إلى غاز gasification، والتي يمكن التخفيف من العديد من آثارها الضارة، إذا ما تم تحويلها بكفاءة إلى وقود سائل. وهناك العديد من العوامل الحفازة التي يمكنها اختزال ثاني أكسيد الكربون إلى أول أكسيد الكربون، لكن تُعتبر عملية الاختزال إلى وقود سائل صعبة، وينقصها فهم إجراءات التحول. يصف جوشوا بوس، وثيودور أجابي نظامًا لاستخدام الموليبدنيوم، وهو معدن تحوُّلي رخيص ومتوفر، قادر على كسر رابطة C–O ، وتكوين رابطة C–C، وتحرير شظايا ثاني أكسيد الكربون الناتجة. وتم تفعيل هذا التحول المعقد بواسطة لجين تيرافينيل-الفوسفين الثنائي، يعمل كخزان إلكترونات، ويضمن استقرار وسائط التفاعل. قد يساعد تصميم عناصر مشابهة على تطوير العوامل الحفّازة؛ لتحويل أول أكسيد الكربون إلى أنواع وقود كيميائية.



علم الأورام

وظيفة الخلايا الجذعية في أورام القولون والمستقيم

حدَّد فريدريك دي سوفاج وزملاؤه سابقًا نقل المواقع في الجينات المرمزة لمنظم Wnt سبوندينس-R في بعض أورام القولون والمستقيم. وقد أثبت الباحثون أن التثبيط بواسطة الأجسام المضادة لسبوندين 3 (RSPO3) في مثل هذه الأورام يقلل نمو الورم، ويعزز التمايز. وترتبط هذه التأثيرات بانخفاض التعبير عن الجينات المرتبطة بوظيفة الخلايا الجذعية. يزيد هذا العمل من احتمال استهداف خصائص الجذعية داخل الأورام، كنهج علاجي في أورام القولون والمستقيم.

Targeting *PTPRK -RSPO3* colon tumours promotes differentiation and loss of stem-cell function

E Storm *et al*

doi: 10.1038/nature16466

الشكل أعلاه | يثبط الجسم المضاد لـRSPO3 نمو الورم لنموذج PDX موجه الاندماج. أ، تثبيط نمو الأورام في طفرات CRCA، وCRCB بعد العلاج بالأجسام المضادة 30 مليجرامًا/ كيلوجرامًا[-1]، مرتين في الأسبوع، لمدة ثلاثة أسابيع في حالة (CRCA) أو أربعة أسابيع في حالة (CRCB). الدوائر المغلقة، المضادة لعشبة الخنازير المعاملة، والدوائر المفتوحة، المضادة للجسم RSPO3 المعاملة. البيانات ممثلة على هيئة متوسطات ± الخطأ المعياري للمتوسط (s.e.m.). n = 9 CRCB عشبة الخنازير، و n = 10 لجميع الفئات الأخرى. **ب،** قطاعات مصبوغة، كما هو مبين من عينات ورمية ممثلة لطفرة CRCA، التي تم جمعها في نهاية الدراسة.
وتشير الأسهم إلى الخلايا السرطانية التي تظهر متباينة. ومقياس البار 100 ميكرومتر. وقد أجريت تجارب الطعم الأجنبي مرتين مستقلتين على الأقل. H&E صَبْغَتَا هيماتوكسيلين، وإيوسين.

Four-electron deoxygenative reductive coupling of carbon monoxide at a single metal site

J Buss *et al*

doi: 10.1038/nature16154

أحياء جزيئية

تحكُّم الالتهام الذاتي في الخلايا

تنخفض قدرة الخلايا الجذعية العضلية على التجدد مع التقدم في العمر، حيث تدخل الخلايا في مرحلة شيخوخة غير قابلة للانعكاس. فقد أظهرت بورا مونيوز-كانوفيس وزملاؤها أنه قبل الدخول في مرحلة الشيخوخة، تحافظ الخلايا الجذعية العضلية للفأر على قدرتها الإصلاحية، من خلال العودة إلى حالة سكون قابلة للانعكاس بطريقة تعتمد على الالتهام الذاتي. ويحفِّز منع الالتهام الذاتي في الخلايا الجذعية الصغيرة التابعة دخولها في مرحلة الشيخوخة، كما يرتبط بزيادة الخلل الوظيفي في الميتوكوندريا، وجهد الأكسدة. وعلى العكس من ذلك.. فإن تعزيز الالتهام الذاتي في الخلايا المسنة يعكس حالة الشيخوخة، ويستعيد قدرتها على التجدد في النماذج المصابة التي تمت دراستها.

Autophagy maintains stemness by preventing senescence

L García-Prat *et al*

doi: 10.1038/nature16187

علم المناعة

أجسـام مضادة للملاريا

أوردت هذه الورقة البحثية عزل أجسام مضادة أحادية النسيلة، لها القدرة على التفاعل بشكل واسع ضد مستضدات طفيل *Plasmodium falciparum* من شخصين يعيشان في منطقة تتوطن فيها الملاريا في كيليفي بكينيا. وتُعتبر هذه الأجسام المضادة استثنائية من حيث تحمُّلها إدراجات كبيرة لمجال شبيه بالجلوبولين المناعي من *LAIR1*، وهو مستقبل مثبط لطائفة الجلوبولين المناعي Ig المرمز على الكروموسوم 19. تقيِّد الأجسام المضادة المستضدات السطحية متعددة الأشكال على سطح الطفيلي؛ ويعتمد التقييد على الشكل الطافر من الإدراج. وتوضِّح هذه النتائج آلية جديدة لتنويع الأجسام المضادة، ووجود "الحواتم" المحفوظة التي قد تكون من المرشحين المناسبين لتطوير لقاح ضد الملاريا.

A *LAIR1* insertion generates broadly reactive antibodies against malaria variant antigens

J Tan *et al*

doi: 10.1038/nature16450

علم الفيروسات

تقييد المضيف في فيروس الإنفلونزا

حدَّدت ويندي باركلي وزملاؤها عاملًا غير معروف من قبل، كامنًا وراء نطاق المضيف المقيد لفيروس الإنفلونزا. وتبينوا أن البروتين المضيف ANP32A يعمل كحاجز نوعي لوظيفة بوليميريز إنفلونزا الطيور في خلايا الثدييات. ومن المعروف أن الطفرة E627K في البروتين الفيروسي PB2 ـ التي تسمح لبروتينات عائلة ANP32 بدعم بوليميريز إنفلونزا الطيور ـ مرتبطة بزيادة قدرة فيروسات إنفلونزا الطيور على إمراض الثدييات.

S pecies difference in ANP32A underlies influenza A virus polymerase host restriction

J Long *et al*

doi: 10.1038/nature16474

علم المناخ

أثر الطقس المتطرف على المحاصيل

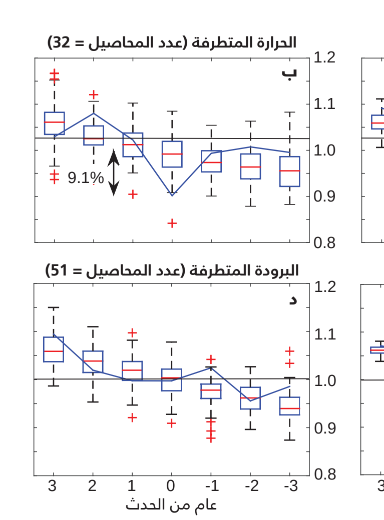
تبيِّن التحليلات الإحصائية لتأثيرات الكوارث الطقسية المتطرفة على انخفاض المحاصيل الوطنية ـ المشتقة من الإحصائيات الزراعية على المستوى الوطني ـ أن الحرارة الجافة والمتطرفة قد اختزلت من محاصيل الحبوب الوطنية بنسبة 10% عبر الخمسة عقود الماضية. ولم يتم رصد أي تأثير ملحوظ للفيضانات والبرودة المتطرفة على المستوى الوطني؛ حيث يؤثر الجفاف على المحاصيل والمساحة المحصودة، في حين أن الحرارة المتطرفة تؤثر بشكل أساسي على المحاصيل.

Influence of extreme weather disasters on global crop production

C Lesk *et al*

doi: 10.1038/nature16467

الشكل أسفله | تأثير كوارث الطقس المتطرف EWDs على إنتاج الحبوب الوطني. أ-د، مركبات الإنتاج المُعايَرة للحرارة الجافة (عدد المحاصيل = 222) (**أ**) والمتطرفة (عدد المحاصيل = 32) (**ب**) والفيضان (عدد المحاصيل = 756) (**ج**) وكوارث البرودة المتطرفة (عدد المحاصيل = 51) (**د**) عبر نوافذ من سبع سنوات متمركزة على عام الكارثة (الخطوط الزرقاء). تصور المربعات توزيعات 1,000 من مركبات السيطرة للكوارث الزائفة، مع تقاطعات حمراء تمثل القيم المتطرفة، وتقاطعات حمراء تمثل المتوسطات. كان الإنتاج أثناء الجفاف والحرارة المتطرفة 10.1% و9.01% أسفل متوسط السيطرة على التوالي، بينما لم يتم الكشف عن أي إشارة كبيرة للفيضانات، أو البرودة المتطرفة. استأنف الإنتاج المستويات العادية مباشرة بعد زوال الجفاف والحرارة المتطرفة. يعكس الاتجاه المتزايد بالإنتاج عبر نافذة الثماني سنوات الاتجاه النمائي المرصود.



فلك

رصد الاختلافات الحادة من ثقب أسود

يبيِّن ترصُّد كوكبة V404 Cygni ـ وهي أشعة سينية عابرة، تحوي ثقبًا أسود، تبلغ كتلته تسع كتل شمسية، ونجمًا مُرافقًا ـ على أن الاهتزازات البصرية ذات النطاق الزمني البالغ 100 ثانية حتى 2,5 ساعة ممكنة الحدوث عند معدلات تراكم كتلي أبطأ بعشر مرات ـ على الأقل ـ مما كان يُعتقد في السابق، وهو ما يشير إلى أن معدل التراكم ليس المعيار الحرج لانعدام استقرار القرص الداخلي المستحَثّ. ويَفترِض الباحثون أن طول الفترة البصرية الضخم هو الظرف الرئيس، لأن الجزء الخارجي من القرص سيملك كثافات سطحية منخفضة للغاية؛ للحفاظ على تراكم الكتلة المستدامة الخاصة بالجزء الداخلي من القرص. وقد يكون نقص التراكم المستدام ـ عوضًا عن المعدَّل الفعلي ـ هو العامل الحرِج، الذي يسبب اهتزازات عنيفة بالأنظمة طويلة الأمد.

Repetitive patterns in rapid optical variations in the nearby black-hole binary V404 Cygni

M Kimura *et al*

doi: 10.1038/nature16452

تنوع الهواء بكواكب المشترى الساخنة

يقدِّم ديفيد سينج وزملاؤه مجموعة من عشرة أطياف لنطاقات عريضة لكواكب خارجية، من خلال ترصُّد تليسكوبَي "هابل"، و"سبيتزر"، الذي يحلل كلًّا من التشتت البصري، والامتصاص الجزيئي تحت الأحمر بالتحليل الطيفي. وقد اكتشفوا أن الفرق بين نصف القطر الكوكبي الذي تم قياسه عند الأطوال الموجية البصرية وتحت الحمراء يوفر مقياسًا يمكنه التمييز بين أنواع مختلفة من الأغلفة الجوية. ويتم رصد خطوط الامتصاص المائي القوية بشكل ملحوظ بالكواكب ذات الأغلفة الجوية الواضحة، بينما تكون السمات الأضعف مصاحبة للغيوم والضباب، مما يعارض بقوة حجة استنزاف المياه البدائي أثناء التشكل، ويشير إلى أن الغيوم والضباب هما سبب التوقيعات الطيفية الأضعف. وتوضِّح تلك النتائج التنوع الملحوظ بكواكب المشترى الساخنة، وتبيِّن التفاعل بين الغيوم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والضباب والتمعدن بالأغلفة الجوية للكواكب الخارجية.

A continuum from clear to cloudy hot-Jupiter exoplanets without primordial water depletion

D Sing *et al*

doi: 10.1038/nature16068

علم الأعصاب

التيسير المشبكي يتطلب نشاطًا

لوحظت عملية التيسير المشبكي لأول مرة منذ أكثر من 70 عامًا، وهي عملية تسمح للخلايا العصبية بتنظيم إطلاق الناقل العصبي بشكل ديناميكي يعتمد على النشاط. فمن الواضح أن التعزيز المشبكي قصير الأجل يدوم لمدة تصل إلى عدة مئات من المِلّي ثانية. وقد حدَّد واد ريجير وزملاؤه مؤخرًا "سينابتوتاجمين 7" كمستشعر الكالسيوم المطلوب لعملية التيسير المتشابك في مجموعة متنوعة من نقاط التشابك العصبي المركزي. وكانت الدراسات السابقة قد استنتجت أن دورسينابتوتاجمين 7 له دور في المرحلة البطيئة للانتقال، المعروفة باسم "الإطلاق غير المتزامن"، وفي الشفاء من الاكتئاب المعتمِد على أيونات الكالسيوم. وتقدِّم هذه النتيجة مؤشرًا جزيئيًّا رئيسًا للدراسات الوظيفية المستقبلية لِلُدونة المتشابك قصيرة الأجل، وهو شكل أساسي من الحوسبة العصبية.

The calcium sensor synaptotagmin 7 is required for synaptic facilitation

S Jackman *et al*

doi: 10.1038/nature16507

تبدو في أفضل حال بالنسبة إلى أعمارها

تعيش الديدان الأسطوانية الحاملة *Caenorhabditis elegans* لطفرة *daf-2* لفترة طويلة، وهي الطفرة المسؤولة عن فساد مسار تأشير الإنسولين-IGF-1، كما تُظهِر نمطًا ظاهريًّا عصبيًّا محسَّنًا في سن الشيخوخة، بما في ذلك تحسين الذاكرة قصيرة الأجل، وطويلة الأجل، والتميز بقدرة أفضل على تجديد الخلايا العصبية. ومن أجل تحقيق هذه التأثيرات، يجب توافر عاملي النسخ "فوكسو" FOXO، و"داف-16" DAF-16. وقد وصف هؤلاء الباحثون الجينات المستهدفة التي تنظم هذا النمط الظاهري العصبي المفيد في وقت لاحق من مراحل الحياة. كما وجدوا أن الديدان الحاملة لطفرة *daf-2* تحتفظ بالوظائف العصبية والسلوكيات مع التقدم في السن باستخدام مجموعة من الأهداف النسخية التي تختلف عن الأهداف المنظمة، عن طريق فوكسو/داف-16.

جيولوجيا

تدوير الكربونات باتجاه الوشاح الصخري

يقدِّم أندرو طومسون وزملاؤه تجارب، تبيِّن أن القشرة المحيطية المُكَرْبَنَة المنغرسة بالوشاح الصخري تتقاطع مع المنحنى الصهاري عند أعماق تبلغ حوالي 300 إلى 700 كم، لتخلق حاجزًا أمام التدوير الكربوني المباشر إلى الوشاح الصخري العميق. قد تكون الصهارة الجزئية منخفضة الدرجة الناتجة شديدة التفاعل مع الوشاح الصخري المُختزَل المحيط، لتقوم بإنتاج الماس. ويَستخلص الباحثون أن هذا الحاجز الكربوني المحيط قد يهيمن على تدوير الكربون بالوشاح الصخري، ويسهم في انعدام التجانس النظائري والكيميائي الخاص بخزان الوشاح الصخري.

Slab melting as a barrier to deep carbon subduction

A Thomson *et al*

doi: 10.1038/nature16174

الشكل أعلاه | منحنى الانصهار الخاص ببازلت منتصف الرصيف المحيطي MORB المكربن، مقارنة بحرارات الانغماس الأرضية الساخنة والباردة. يتم تحديد أطوار المجالات المستقرة الحاملة للكربون بألوان مختلفة. وقد تم وَسْم التجارب التي أُجريت عن طريق مثلثات مصمتة، تشير إلى علاقتها بالرموز المنحنية الأضخم، التي تسم الأقواس المنحنية. تخلق الحافة المنحنية فترة عمق ضيقة عند تقاطع درجات الحرارة الخاصة باللوح مع منحنى الانصهار، ليقوم بإنتاج منطقة مركزة من توليد الصهارة عند قمة المنطقة الانتقالية.

The *C. elegans* adult neuronal IIS/FOXO transcriptome reveals adult phenotype regulators

R Kaletsky *et al*

doi: 10.1038/nature16483

السرطان

العوامل الخارجية.. والإصابة بالسرطان

تشير التحليلات الأخيرة إلى أنه بالنسبة إلى بعض أنواع السرطان، قد يكون السلوك الذاتي للخلايا الجذعية النسيجية مسؤولًا عن تطوُّر السرطان، وهو ما يثير التساؤل حول تأثير العوامل خارجية المنشأ على تكوُّن الأورام. ويقدم يوسف حنُّون وزملاؤه دليلًا على أن عوامل الخطر داخلية المنشأ المتعلقة بديناميّة الخلية الجذعية تسهم ـ بشكل هامشي فقط ـ في تطور السرطان. ويشير هذا التحليل الجديد إلى أن تقدم الورم يتأثر بالعوامل خارجية المنشأ، ويسلط الضوء على أهمية أخذها بعين الاعتبار في الوقاية من السرطان.

Substantial contribution of extrinsic risk factors to cancer development

S Wu *et al*

doi: 10.1038/nature16166

تمييز إنزيم *IDH* الطافر الدبقي

استطاعت دراسات فك تتابعات جينوم السرطان تحديد طفرات متكررة لإنزيم نازعة هيدروجين الإيزوسيترات *IDH* في أورام المخ، وأنواع أخرى من السرطان. وقد نتجت عن طفرة إنزيم *IDH1* أنماط مثيلة الحمض النووي، مثل فرط المثيلة لمحفِّزات جزيرة CpG. يُظْهِر براد بيرنشتاين وزملاؤه أن تأثيرات طفرة *IDH* في الأورام الدبقية لا تقتصر على جُزُر CpG، ومواقع التقييد للعازل الحساس لمثيلة الكابح النسخي CTCF مفرطة المَثْيَلَة أيضًا. ويسمح تعطيل حدود CTCF بالقرب من *PDGFRA* المعزِّز التأسيسي للاتصال المنحرف وتنشيطه. وبالتالي، يمكن أن تعزِّز طفرات *IDH* تكوُّن الأورام الدبقية، عن طريق تعطيل طوبولوجيا الكروموسومات، والسماح بالتفاعلات التنظيمية الجينية الشاذة.

Insulator dysfunction and oncogene activation in *IDH* mutant gliomas

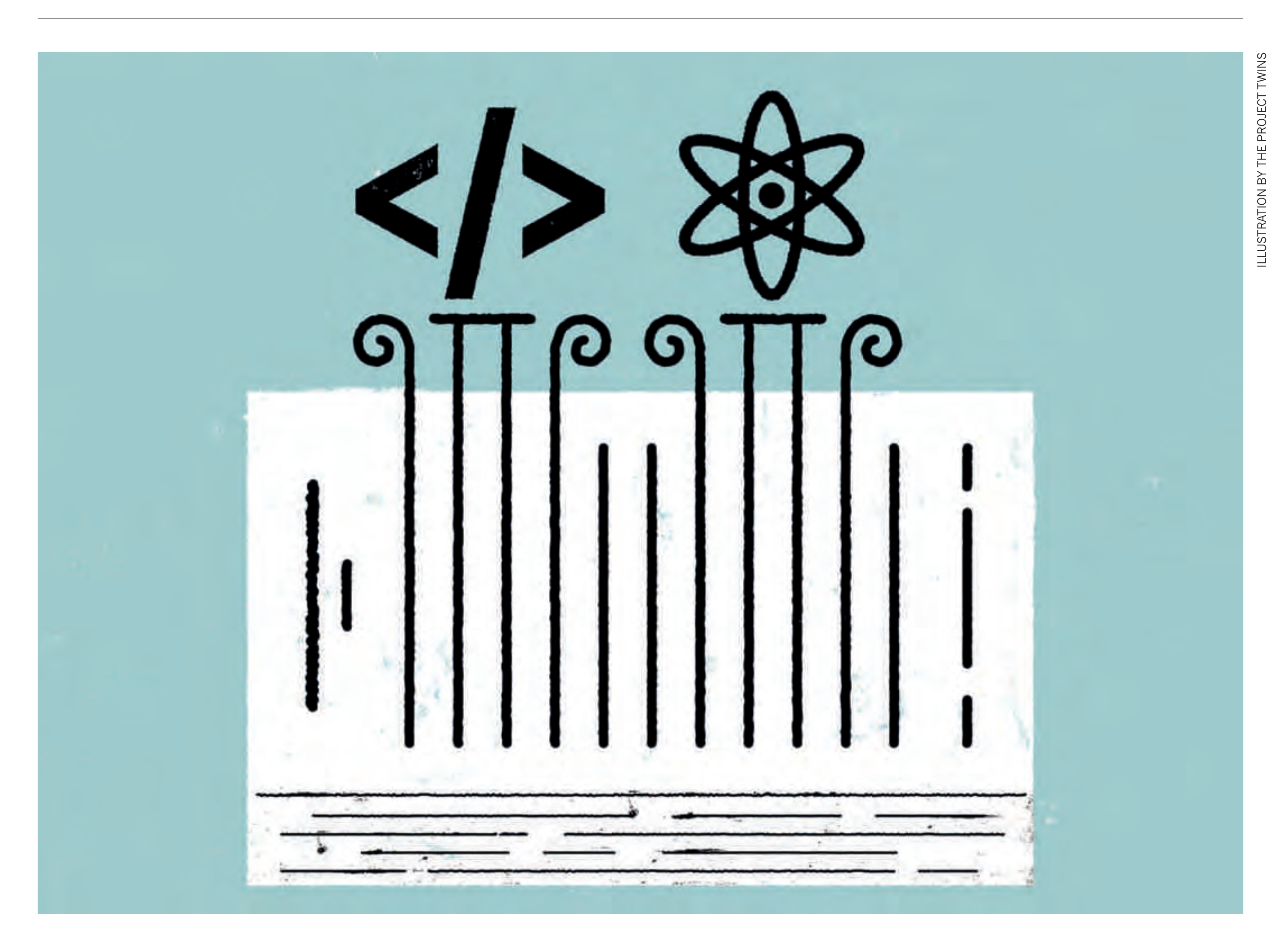
W Flavahan *et al*

doi: 10.1038/nature16490

صندوق الأدوات

أبطال البرمجيات العلمية المغمورون

مؤلفو برمجيات الحاسب التي تدعم التجارب لا يحصلون دائمًا على ما يستحقون من ثناء، ولذا.. فإن موقع Depsy يحاول تتبُّع أثر برمجيات الأبحاث.


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

دالميت سينج تشاولا

يبدو أن المعايير الأكاديمية المستخدَمة لتتبُّع قيمة أعمال الباحثين الذين يقومون بكتابة برمجيات للحاسب غير عادلة على الإطلاق، حيث إنه يمكن أن يقضي هؤلاء الباحثون ساعات عمل طويلة، للإسهام في برمجيات تدعم الأبحاث، ولكن إذا لم يؤدِّ هذا العمل إلى تأليف ورقة بحثية، وما يتبع ذلك من استشهادات؛ فلا يوجد الكثير مما يمكن عمله لقياس أثر هذه البرمجيات.

خذ على سبيل المثال حالة كلاوس شليب، وهو باحث ما بعد الدكتوراة، يدرس علم الأحياء التطورية في جامعة ماساتشوستس في بوسطن، حيث يسرد ملفه الشخصي في الباحث العلمي ـ التابع لـ"جوجل" ـ الأوراق البحثية التي ألَّفها ـ بما في ذلك عمله الذي حقق أكبر عدد من الاستشهادات، وهو مقال يصف برنامج حاسب خاص بعلم تطور السلالات، يُطلق عليه "فانجورن" phangorn ـ لكن ملف شليب الشخصي في "جوجل سكولار" لا يأخذ في الاعتبار إسهاماته في برمجيات الآخرين. يقول شليب في هذا الصدد: "يتم التعامل مع كتابة البرمجيات كنشاط من الدرجة الثانية في مجال العلوم عند مقارنته بكتابة الأوراق البحثية".

والآن، دخل على الخط موقع "ديبسي" Depsy، وهو موقع مجاني، تم إطلاقه في نوفمبر 2015؛ بهدف "قياس قيمة البرمجيات التي تسهم في أنشطة الأبحاث العلمية". ويُظهِر الملف الشخصي لشليب على هذا الموقع أنه أسهَم بشكل جزئي في سبع حِزَم للبرمجيات، وأنه يرجع إليه 34% من الفضل في تطوير برنامج "فانجورم". وقد تم تنزيل تلك الحِزَم مجتمعةً من الإنترنت أكثر من 2,600 مرة، كما حظيت باستشهادات في 89 ورقة بحثية في دوريات ذات وصول مفتوح للجمهور، كما أُعيد تدوير تلك الحِزَم كثيرًا؛ لاستخدامها في برمجيات أخرى، مما يجعل شليب رقم ◄

99 في الترتيب المئوي بين جميع المبرمجين المُدرَجين على الموقع من حيث الأثر. ويضيف شليب في هذا الصدد: "أدّى موقع "ديبسي" مهمة عظيمة في العثور على كل إسهاماتي من البرمجيات".

ويأمل مؤسِّسو موقع "ديبسي" أن يوفر موقعهم طريقة شفافة وذات معنى لتتبُّع أثر البرمجيات التي يكتبها الأكاديميون. وقد قامت شركة "إيمباكت ستوري" Impactstory بتطوير التقنية التي يستخدمها الموقع، وهي شركة غير ربحية، مقرها في مدينة فانكوفر بكندا، حيث تأسست قبل أربع سنوات؛ لمساعدة العلماء في تتبُّع أثر إنتاجهم على الإنترنت. ولا يقتصر ذلك على الأوراق البحثية فحسب، بل يشمل أيضًا المنشورات على المدوَّنات، ومجموعات البيانات، والبرمجيات. وتُستخدم مقاييس متنوعة لقياس الأثر، مثل: التغريدات على شبكة "تويتر"، ووجهات النظر، والتنزيلات من الإنترنت، وإعادة استخدام البرمجيات، فضلًا عن الاستشهادات التقليدية. وفي الواقع، يعترف موقع "ديبسي" "بالأبطال المغمورين" في مجال البرمجيات العلمية، حسب قول جيسون بريم، المؤسِّس المشارك لشركة "إيمباكت ستوري"، التي تموِّلها مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية، والعديد من المؤسسات الخيرية.

يرى نيل تشو هونج ـ المدير المؤسِّس لمعهد استدامة البرمجيات في إدنبرة بالمملكة المتحدة ـ أن هناك حاجة إلى مثل تلك الأداة، لأن هناك عددًا محدودًا من الطرق لمكافأة العلماء على البرمجيات التي يطوِّرونها، فالباحثون الشباب متحمسون لكتابة البرمجيات، حسب قول هونج. وفي العام الماضي، أجرى هونج استقصاءً لألف عالِم في المملكة المتحدة، تم اختيارهم عشوائيًّا، وأظهرت نتائج الاستقصاء أن أكثر من 50% من هؤلاء العلماء قد طوروا برمجيات خاصة بهم. ومع ذلك.. فإن عددًا قليلًا من الأكاديميين في المملكة المتحدة أدرجوا الأكواد أو البرمجيات كأحد مخرجات أبحاثهم، وفقًا لأحدث مراجعة وطنية لجودة الأبحاث (إطار التميز البحثي)، وذلك حتى في تخصصات مثل علوم الحاسب، التي تَعتمِد بشكل كبير على البرمجيات. يقول هونج: "هناك ثقافة تعزِّز فكرة أن إنتاج ونشر برمجيات لا يحقق فائدة ملحوظة للباحث".

تتبُّع استخدام البرمجيات

برغم كل شيء.. تبقى الطريقة المعتادة لتتبُّع الأثر الأكاديمي ـ عن طريق إحصاء الاستشهادات ـ ذات علاقة بالبرمجيات؛ حيث يمكن للباحثين كتابة أوراق بحثية تصف برمجياتهم، كما فعل شليب مع حزمة برنامج "فانجوم"، بحيث يمكن لأي شخص يستخدم البرنامج أن يستشهد به في أوراقه البحثية اللاحقة، ولكن إحصاء الاستشهادات يُعتبر مقياسًا غير مثالي؛ فقد لا يعرف الباحثون أي ورقة ينبغي الاستشهاد بها، حسب قول بريم؛ لأن حِزَم البرمجيات غالبًا ما ترتبط بها عدة مقالات، كما أن هناك مشروعات محورية للبرمجيات، مثل مكتبة GDAL للغة بايثون، لا ترتبط بورقة نظامية.

إذا لم ترتبط البرمجيات بورقة بحثية، فلا توجد وسيلة متعارَف عليها عالميًا للاستشهاد بها. ومع ذلك.. مِن الشائع الآن أن يحدِّد المبرمجون مُعَرِّفات الكائنات الرقمية "DOIs" لبرمجياتهم، وكذلك لمجموعات بياناتهم، وفقًا لما ذكره مارتن فينر، المدير الفني لمستودع للبيانات على الإنترنت "داتا سايت" DataCite في هانوفر، بألمانيا. وغالبًا ما يتم تخزين البرمجيات لأول مرة في مستودع البرمجيات الشهير "جيت هَب" GitHub، حيث يمكن أوتوماتيكيًّا ـ من خلال هذا المستودع ـ حفظ نسخة على مستودعات ذات طبيعة علمية، مثل "زينودو" Zenodo، أو "فيج شير" Figshare، التي تحدِّد مُعَرِّفات الكائنات الرقمية للبرمجيات، ومن ثم تجعلها شيئًا يمكن الاستشهاد به. وتحاول مبادرات أخرى التأكد من أن الأوراق البحثية تَستشهِد بالبرمجيات بصيغة موحدة، مثل استخدام مُعَرِّفات موارد الأبحاث.

لكن إحصاء الاستشهادات بالبرمجيات ـ عن طريق مُعَرِّفات الكيانات الرقمية، أو الأوراق البحثية، أو أي صيغة موحدة أخرى ـ لا يكشف عن الأثر الكامل للمبرمجين على العلوم؛ لأن البرمجيات غالبًا ما يتم إغفال الاستشهاد بها، حيث أظهر تحليل أُجري في عام 2015 على عينة عشوائية من 90 ورقة بحثية في مجال الأحياء أن ثلثي هذا العدد ذكر استخدام البرمجيات بشكل غير رسمي، بينما قام نصف تلك الأوراق فحسب بالاستشهاد بحزمة البرمجيات فعلًا.

يقوم موقع "ديبسي" بالتنقيب خلال الأوراق البحثية؛ لاكتشاف كلّ من الاستشهادات، والذِّكْر العارض للبرمجيات. وهذا الأخير موجود بكثرة ـ كما هو متوقع ـ في الجزء الخاص بالشكر والتقدير في الأوراق الأكاديمية مثلًا، أو النص الرئيس فيها، حسب قول بريم.

> «هناك ثقافة تعزِّز فكرة أن إنتاج برمجيات ونَشْرها لا يحققان فائدة ملحوظة للباحث».

كما يقرّ بريم بوجود جوانب قصور في الموقع، حيث إنه يبحث حاليًّا في الأوراق البحثية المتاحة بالوصول المفتوح للجمهور فحسب، ومن ثم لا يتضمن الجزء الأكبر من المحتوى العلمي الذي يتطلب الدفع مقابل الوصول إليه. مع ذلك.. ستتفاوض شركة "إيمباكت ستوري" مع الناشرين؛ للحصول على إذن للتنقيب في النصوص ذات الوصول مدفوع الأجر.

ووفقًا لقول بريم.. فإن الإشارة إلى الإسهام في البرمجيات بالأوراق البحثية تمثل أول طريقة من ثلاث طرق يستخدمها موقع "ديبسي" لاقتفاء أثر البرمجيات. وثاني طريقة هي أن الموقع يتتبع كيفية استخدام الآخرين للبرمجيات، حيث إن اسم "ديبسي" مشتق من لفظة "شبكة الاعتماد"، وهو مصطلح شامل لمجموعة كبيرة من العوامل، تعتمد على بعضها البعض، مثل حِزَم البرمجيات التي تعيد تدوير أكواد مقتبسة من حِزَم برمجيات أخرى. ويحسب موقع "ديبسي" مدى إعادة تدوير الأكواد باستخدام خوارزمية PageRank، التابعة لموقع "جوجل"، التي تعطي وزنًا أكبر لإعادة التدوير بواسطة البرمجيات المتميزة. ويرى بريم أنه من منظور قياس أثر البرمجيات.. يُعتبر عرض مثال على إعادة استخدام أكواد برمجية أمرًا أكثر قيمة من الاستشهاد بها في الأدبيات المنشورة.

ثالث طريقة يستخدمها موقع "ديبسي" لاقتفاء أثر البرمجيات، هي أنه يجمع إحصاءات عن تنزيلات حِزَم البرمجيات من الإنترنت، وذلك بالبحث عبر مستودع CRAN، وPyPI، وهما المستودعان الرئيسان للبرمجيات المكتوبة بلغتَي "آر"" و"بايثون" الشهيرتين على الترتيب.

التركيز على الأبحاث

هناك مواقع أخرى تقوم ببعض ما يقوم به موقع "ديبسي". فعلى سبيل المثال.. موقع "كرانستاتيك" Crantastic هو موقع مراجعة، يتتبَّع حِزَم البرمجيات الأكثر رواجًا، المكتوبة بلغة "آر"، كما يقوم موقع PyPI بترتيب قطاعات برمجيات لغة "بايثون" الأكثر رواجًا، من خلال تتبُّع التنزيلات من الموقع. وإضافة إلى ذلك.. هناك عدد قليل من الخدمات التجارية، مثل VersionEye، وLibraries.io اللتين تتعقبان شبكات الاعتماد، وتوضحان أي برمجيات تعتمد على حِزَم برمجيات أخرى.

رغم كل ذلك.. فإن موقع "ديبسي" غير تقليدي من حيث تركيزه على البرمجيات البحثية، حيث يميزها عن البرمجيات الأخرى، من خلال التعرف على كلمات دليليّة، وكذلك أوصاف وعناوين البرمجيات. وبرغم ذلك.. يشير بريم إلى أن عملية التصنيف المذكورة ليست مثالية. كما أن الموقع يتتبع البرمجيات الأخرى، ولكنه يشمل برمجيات الأبحاث فحسب عندما يحسب الترتيب المئوي لأثر الأكاديميين، مثل شليب.

يحدد موقع "ديبسي" الإسهام الجزئي لكل مشارك أسهَم في تطوير برنامج ما، وذلك عن طريق حساب نسبة أكواد البرنامج التي كتبها أو حرَّرها المشارك، حيث تُعرف في عالم البرمجة بمصطلح "التزامات" المبرمج. ويتم حفظ بصمة كل التزام في الكود، مما يجعل من السهل تعقُّب صاحب كل "التزام". وجدير بالذكر أنه ليس كل الإسهامات التحريرية لها الأثر نفسه، لكن موقع "ديبسي" حاليًّا لا يميز بين إسهامات مهمة، وأخرى تافهة. ويقول بريم إن الأداة قد يتم تكييفها؛ لتصبح قادرة على القيام بهذا التمييز في المستقبل، عن طريق تتبُّع أثر التزامات بعينها.

يتيح موقع "ديبسي" للمستخدمين كذلك تحديد البرنامج الأكبر أثرًا في تخصصات معينة. فعلى سبيل المثال.. أنتج بحث في موقع "ديبسي" عن "الفيزياء الفلكية" 11 حزمة برمجيات، من بينها مجموعة أدوات تحليل وعرض بصري، تُسمى "yt"، وتُستخدم للمحاكاة في مجال الفيزياء الفلكية، كان لها الأثر الأكبر، حيث احتلت رقم 97 في الترتيب المئوي لكل الحِزَم البرمجية.

عقبات أمام التقدم

يشير هونج إلى أن أحد جوانب القصور في موقع "ديبسي" تكمن في أنه يتتبع البرمجيات المتوفرة في المستودعات العامة فحسب، ولذا.. لا يمكنه إظهار آثار البرمجيات التجارية. كما أن الموقع يتتبع أكواد البرمجيات المكتوبة بلغتَي البرمجة المشهورتين "آر"، و"بايثون" فحسب. ورغم ذلك.. يهدف مطوِّرو موقع "ديبسي" إلى أن يشمل الموقع لغات البرمجة الأخرى في نهاية المطاف، وكذلك يهدفون إلى إضافة طريقة رابعة لقياس أثر البرمجيات، وهي أداة لقياس الأثر الاجتماعي، تأخذ في الاعتبار عدد النجوم التي تتلقاها حِزَم البرمجيات من المستخدمين الآخرين لمستودع البرمجيات "جيت هب"، وكذلك عدد المرات التي تتم فيها مناقشة أجزاء معينة من البرمجيات على الإنترنت.

كما يُلاحظ أن المقاييس التي يَستخدمها الموقع لتحديد مدى إعادة استخدام أكواد البرمجيات تعاني من جوانب قصور هي الأخرى؛ حيث إنه في كثير من الأحيان يعيد الباحثون استخدام البرمجيات التي طوروها، ولكنهم قد "يخدعوا" موقع "ديبسي"، عن طريق القيام بذلك مرارًا وتكرارًا؛ لكَسْب نقاط تقييم أفضل. والنقاط هي النظير البرمجي للاستشهاد بأوراقك البحثية. كما يحذِّر فينر من طريقة أخرى، يمكن للباحثين استخدامها لخداع الموقع، وهي البدء في عدد كبير من المشروعات، دون الانتهاء منها، وتَرْك الآخرين يصقلونها بدلًا منهم، وبالتالي يمكن لمنشِئ المشروع بعد ذلك ادِّعاء الفضل لنفسه، عندما تصبح الإصدارات التي تم صَقْلها برمجيات متميزة. ويضيف بريم في هذا الصدد: "أحب أن نصل إلى المرحلة التي يحاول فيها الناس خداع موقع "ديبسي"، لأن ذلك سيعني أن الناس يأخذون إعادة استخدام البرمجيات على محمل الجدّ".

يأمل هونج ـ في نهاية المطاف ـ أن تؤدي المقاييس الشفافة التي تعكس أثر البرمجيات إلى تمكين المبرمجين من الحصول على تمويل أكبر عند مراجعة طلبات المِنَح المتقدمين بها. ويضيف قائلًا إن مبرمجي العلوم يستحقون المزيد من التمويل والدعم، ولكن الوصول إلى تلك النقطة يتطلب تغيير الثقافة السائدة لدى جميع المشاركين في البحث العلمي، "فالمفارقة الحقيقية هي أن عدم مكافأة استخدام البرمجيات معناه أننا نضع حواجز فعلية في طريق العلم". ■

دالميت سينج تشاولا صحفي علمي، يعيش في لندن.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية



باحث غوّاص يجمع بيانات من شعاب مرجانية.

أحياء بحرية

معادلات عالَم البحار

هل تريد وظيفة في مجال الأحياء البحرية، ولكنك ضعيف في علم الرياضيات؟ لا تقلق، يمكنك إتقان المهارات الأساسية.

كريس وولستون

يجذب علم الأحياء شتى أنواع البشر، من هواة الأرقام، إلى الحالمين بالرؤى الشاملة. وفي دنيا العلوم الحديثة، لا مفر من الرياضيات في أي تخصص علمي، حتى في مجال الأحياء البحرية الذي يُعَدّ أقل ارتباطًا بالأرقام تاريخيًّا، مقارنةً بالأحياء الجزيئية، أو الوراثة الكَمِّيّة مثلًا، ولكن لا ينبغي للإنسان أن يَدَع الأشخاص الخائفين من الرياضيات يثبطون عزيمته، إذا كانت دراسة الحياة في المحيطات مسعاه الأول.

ورغم أن علم الأحياء البحرية يرتكز على الأرقام، بدايةً من حساب تركيز المسام على أنف سمكة القرش، إلى معدلات نجاة صغار الفقمة، أو توزيع الديدان في رسوبيات قاع البحر، فليس كل عالم أحياء بحرية ناجح يتميز بالبراعة في الأرقام. ويعترف ميلتون لاف ـ من معهد العلوم البحرية بجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا، عن طيب نفس ـ بأن الرياضيات نقطة ضعفه الكبرى: «رسبت في الجبر في الصف الثامن، ورسبت في حساب التفاضل والتكامل في مرحلة الدراسة الجامعية في جامعة كاليفورنيا بسان دييجو. أتى عليَّ وقت، اعتقدتُ فيه أنني سوف أُضطَرُّ إلى دراسة التفاضل والتكامل 800 مرة؛ لأتمكن من اجتيازه بنجاح». وانتهى الأمر بلاف إلى تخطِّي مقرر تمهيدي في التفاضل والتكامل، ثم المضي نحو حياة مهنية بحثية مُرْضِيَة لطموحاته، بدون أن يشعر مطلقًا بالارتياح تجاه الجانب الحسابي في عملهيقول: «كنت أتمكَّن دائمًا من التحايل على الأمر برمَّته».

وكما هو الحال مع علماء كثيرين يعانون الأمرَّين في جانب من أبحاثهم، رفض لاف أن يترك تلك النقيصة تقوِّض طموحه الذي ظل يتشبَّث به منذ الطفولة. يقول: «لم يخبرني أحد قط بأنني لا أستطيع أن أصبح عالِمًا، لأنني ضعيف في الرياضيات. كل ما فعلته هو أنني شققت طريقي، وكان لديَّ حافز يشجِّعني». يرى لاف وباحثون غيره أن كل شخص من المرتبطين ارتباطًا حقيقيًّا بالعلم يستطيع أن يجد وظيفة مناسبة، حتى لو كانت الرياضيات تبدو له كلغة أجنبية. فعلماء البحار الذين لا تُعَدُّ الرياضيات نقطة قوة لديهم يحتاجون إلى مزيج من الإصرار والتعاون للقيام بحساباتهم، إلى جانب الاستعداد لقراءة بعض الكتب، وتحميل الفيديوهات، وربما الاشتراك في دورة تدريبية في الرياضيات والإحصاء على الإنترنت.

ضعيف جدًّا في الرياضيات

غالبًا ما تبوح تامي هورتون ـ عالمة الأحياء البحرية بالمركز الوطني لعلوم المحيطات في ساوثهامبتون بالمملكة المتحدة ـ لطلابها باعتراف لم يَعُد سرًّا. تقول: «إنني صريحة للغاية، ولذا.. أُخْبِرهم أنني ضعيفة للغاية في الرياضيات؛ فيتنفس كثيرٌ منهم الصعداء». وقد شاءت الأقدار ألا يتطلب تخصصها، وهو تصنيف القشريات الصغيرة التي تعيش في المياه العميقة، قدرًا كبيرًا من المهارة الكمية. ولتمييز نوع من الأنواع عن الآخر، عادةً ما تقيس طول الأطراف، أو تقوم بعَدِّ الشعيرات، ولكن هذا يختلف كثيرًا عن حساب التفاضل. كذلك يختلف الأمر عن أنواع التحليلات متعددة المتغيرات التي يصادفها علماء البيئة ـ مثلًا ـ بصفة روتينية. تقول هورتون: «إنني محظوظة جدًّا، لأنني لستُ مضطرة إلى استخدام ◄

◄ عمليات رياضية كثيرة. يَستخدِم كثيرٌ من علماء الأحياء البحرية قدرًا هائلًا منها، بل صار هناك تركيز متزايد على استخدام الرياضيات».

تؤكد هورتون أنها لم تدخل مجال التصنيف، لأنها كانت تحاول تجنُّب الإحصاء في صورته البحتة. وعوضًا عن ذلك.. انتهى بها الأمر بالغوص في أدق تفاصيل تلك المخلوقات الصغيرة، لأن ذلك ما أرادته بالفعل، وهو دراسة تنوع المخلوقات القاطنة في المياه العميقة، وقدرتها على التكيف في مستوى بدائي للغاية. تقول هورتون إن اختيار المسار المهني ينبغي أن يرتكز على نقاط القوة، لا الضعف، وتضيف: «لا ينبغي عليك اختيار وظيفة ما، لمجرد أنك تشعر بالخوف من الإحصاء». ووفقًا للتجربة التي خاضتها، يمكن للعزيمة والإصرار التغلب على معظم النقائص. تقول: «أفضل ما يمكنك أن تفعله هو أن تعترف بأنك لا تستوعب الرياضيات بسهولة». وتؤكد أنك عندما تتسلح بالوعي الذاتي؛ يمكنك أن تتعلم المهارات، وتقضي على النقائص ونقاط الضعف، وتجد لك مكانًا في دنيا العلوم.

عروض شاملة

تُجْرِي كاتي كونلان أبحاثًا على الحياة البحرية في القطبين الشمالي والجنوبي في المتحف الكندي للطبيعة في أوتاوا، لكنها تشعر بالنقص بخصوص بالرياضيات، وتقول: «لا أجد سهولة في التعامل معها». ولا تخجل كونلان من طلب المساعدة فيما يخص الإحصاء، أو البرمجة، ولكنها عادة ما تعتمد على نفسها. ويعود ذلك ـ بصفة جزئية ـ إلى أنها تعمل في مؤسسة صغيرة، وتُتاح لها خيارات أقل للتعاون، وإلى اعتقادها بأنه من الأفضل «مواجهة العقبات التي تعترض طريقك وجهًا لوجه». فقبل استخدام الباقة الإحصائية «بيرمانوفا» PERMANOVA لتحليل المتغيرات المتعددة في ورقة بحثية نُشرت مؤخرًا، شاركت كونلان في دورة جامعية عن البرنامج. وتقول إنه حتى بعد اجتيازها للدورة، كان تحليل البيانات شاقًّا بالنسبة لها. تقول: «كنت أقرأ دليل الاستخدام، ثم أعيد قراءته من جديد. كان لزامًا عليَّ أن أعود لأنظر في كتب الإحصاء الجامعية».

وتعود مشكلات كونلان مع الرياضيات أساسًا ـ إلى الفترة التي كانت تدرس فيها للحصول على الماجستير، حيث تحتَّم عليها استخدام البطاقات المُثقَّبة لبرمجة الحاسب الخاص بالجامعة، وكان ذلك في سبعينات القرن الماضي. تقول كونلان إن شباب الباحثين في وقتنا الحاضر ربما يُنتظر منهم أكثر عندما يتعلق الأمر بالقدرة الرياضية، ولكنهم يمتلكون بالفعل مصادر وأدوات أكثر، بما في ذلك دورات الرياضيات والإحصاء المتاحة على الإنترنت؛ لسدِّ تلك الفجوة (انظر: «أدوات وموارد للخائفين من الرياضيات»). تقول كونلان: «هناك الآن وسائل، يمكنك بها مساعدة نفسك أكثر بكثير مما كان متوفرًا سابقًا».

«لا يسعني إلا إلقاء اللوم بشأن الخوف من الرياضيات بدرجة أكبر على التاريخ الدراسي لهؤلاء الباحثين، وبدرجة أقل على قدراتهم الفطرية».

ووفقًا لما يقوله ستيف هادوك، عالِم الأحياء البحرية بمعهد خليج مونتيري للأبحاث المائية في موس لاندنج بولاية كاليفورنيا والمؤلِّف المشارك لكتاب عن الإحصاء، مُوَجَّه إلى علماء الأحياء، فإن البرامج الإحصائية ـ مثل «بيرمانوفا»، وبرنامج «آر» R صاحب الشعبية المتزايدة ـ أتاحت فرصًا متساوية للجميع. يقول هادوك: «لا ينبغي عليك إدخال جميع المعادلات، ولا القيام بالحسابات الرياضية بنفسك»، ويحذِّر من أن البرامج الجاهزة تفتح الباب لارتكاب أخطاء بالغة، إذا لم ينظر المستخدمون في بياناتهم بعناية وحرص، فالمدخلات الخاطئة تقود إلى مخرَجات خاطئة. والعلماء الذين يجدون صعوبة في التعامل مع الأرقام يحتاجون ـ على الأقل ـ إلى تكوين إحساس حدسي بالمشكلة التي يحاولون حلها، حسبما يقول هادوك، ليعرفوا الجزء المطلوب استخدامه من البرنامج. ويضيف قائلًا إن هؤلاء العلماء بحاجة أيضًا إلى تكوين إحساس عام بالبيانات، ليتمكنوا من تمييز النتائج المعقولة من الغريبة. يقول: «إذا لم يكن بإمكانك أداء جميع العمليات الحسابية، فينبغي عليك ـ على الأقل ـ أن تكون قادرًا على إجراء تقدير، ولو تقريبي».

مخاوف بلا أساس

يقول هادوك ـ الذي اعتاد عندما كان طفلًا أن يقوم ببرمجة ألعاب المغامرات البسيطة خاصته ـ إن مهارته في استخدام الكمبيوتر لطالما كانت إضافة كبيرة لحياته المهنية، ولكنه يعلم أن الكثير من الباحثين في بداية مشوارهم لا يتمتعون بإعداد جيد. يرى هادوك أن القلق بشأن الرياضيات والحساب لا ينبغي أن يمنع أي شخص من العمل في مجال العلوم. يقول: «من السهل أن نفكر في أن «الآخرين أفضل في ذلك منا»، ولكن هذه الأفكار يمكن التغلب عليها». وإضافة إلى ذلك.. يقول إن المخاوف بشأن الرياضيات غالبًا ما تكون بلا أساس: «يحزنني التفكير في هؤلاء الأشخاص الذين يقنعون أنفسهم بأنهم لا يجيدون الرياضيات». ويعتقد هادوك أن كثيرًا من العلماء الصغار الذين يشعرون بضعف مستواهم في الرياضيات يمكنهم أن يتفوقوا وينطلقوا عن طريق التشجيع والتوجيه العملي.

ومن واقع خبرته وحواراته مع علماء آخرين، يعتقد هادوك أن كثيرًا من علماء الأحياء يتلقون توجيهات عكسية تقوِّض ثقتهم بأنفسهم بهذا الصدد، ويقول: «لا يسعني إلا إلقاء اللوم بشأن الخوف من الرياضيات بدرجة أكبر على التاريخ الدراسي لهؤلاء الباحثين، وبدرجة أقل على قدراتهم الفطرية». ويتذكر هادوك ـ على سبيل المثال ـ مقررًا إحصائيًّا في الأحياء، كان يتم تدريسه بشكل سيئ في برنامج الدراسات العليا الخاص به. فبدلًا من تعريف الطلاب بالإحصائيات التي ربما يحتاجونها لوصف البيانات، بدأ المعلم بعمل اشتقاق رياضي للأساس المنطقي لاختبار «تي» *t*-test، وهو المنهج الإحصائي التقليدي المستخدَم في تحديد ما إذا كانت هناك فروق دالة بين مجموعتين من البيانات، أم لا، وهو الأمر الذي لم يكن من المحتمل أن يفهمه الباحثون، ولم يكونوا على الأرجح ليستخدموه مستقبلًا. وبالمثل، يرى هادوك أن كثيرًا من مقررات البرمجة التي تُدرَّس للعلماء تتناول موضوعات تهم المتخصصين، بدلًا من التركيز على المهارات التي يحتاجها الباحثون، مثل كتابة الأكواد وتنقيحها؛ من أجل تصنيف مجموعات البيانات الضخمة.

يقول لاف إن كثيرًا من مقررات الرياضيات الأساسية لطلاب مرحلتي الدراسة الجامعية والدراسات العليا تبدو مصمَّمة من أجل استبعاد المرشحين لنيل الدرجة العلمية، أو لمجرد استكمال إجراءات الانتقال من مرحلة إلى أخرى، أكثر من كونها مصمَّمة لإعداد الطلاب للعمل في وظائف علمية. يقول لاف: «إذا تخصصتَ في الأحياء، فإنك لا تدرس في العامين الأولين أي شيء له علاقة بإعدادك للحصول على مهنة في مجال الأحياء. فإذا استطعت أن تجتاز هذين العامين بنجاح، يمكنك حينها اكتشاف ماهية علم الأحياء ككل، فالأمر لا يدور حول الفيزياء وحساب التفاضل». عندما يأتي الطلاب إلى لاف، وقد سَبَقَتْهم مخاوفهم بشأن الرياضيات، أو غيرها؛ فإنه يشجعهم على رؤية الأمر من منظور شامل. يقول عن ذلك: «إذا قالوا إنهم يحبون الطحالب، فإنني أطلب منهم أن يبقوا هناك لوقت طويل بما يكفي؛ لحضور محاضرات فعلية عن الطحالب».

سلاح الأرقام

وجد كثير من الباحثين أن الحصول على قَدْر يسير من المساعدة الخارجية يمكن أن يساعدهم في قطع شوط طويل في مواجهة المشكلات الرياضية. تقول هورتون إنها طلبت المساعدة من أعضاء قسم الإحصاء عندما كانت تدرس الدكتوراة، وما زالت حتى الآن تعتمد على تلك الجهود التعاونية. فمثلًا، لديها في القسم شخص بارع في الإحصاء، يَسُرُّه دائمًا الإجابة عن أسئلتها، أو منحها ردود الفعل المرجوة. تقول هورتون: «سيكون هناك أشخاص يرغبون في مساعدتك، وسيفعلون ذلك بلا مقابل».

ومثلما هو الحال مع هورتون، يعتمد لاف على دعم ومساندة خارجية في مجال الرياضيات. فغالبية المنح التي حصل عليها مؤخرًا تضمنت مخصصات مالية، بلغت ما يقرب من 10 آلاف دولار أمريكي في المنحة الواحدة، من أجل المساعدة الإحصائية تحديدًا. ووفقًا لقول لاف، فإن مجالات البحث الرئيسة التي يعمل فيها ـ مثل قياس إنتاجية السمك حول منصّات استخراج النفط ـ تتطلب مقاييس تحليلية، لا يسهل عليه الوصول إليها. يستخدم لاف الأموال الخاصة بتلك



LINDA SNOOK

عالِم الأحياء البحرية ميلتون لاف داخل غواصة يُجْري أبحاثًا على السَّمَك.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يد المساعدة
أدوات وموارد للخائفين من الرياضيات

تُتاح للباحثين الصغار الذين يشعرون بالخوف من الرياضيات والإحصاء خياراتٌ لشحذ مهاراتهم، وبناء ثقتهم بأنفسهم، حسبما يقول ستيف هادوك، عالِم الأحياء البحرية بمعهد خليج مونتيري للأبحاث المائية في موس لاندنج بولاية كاليفورنيا. وقد ألّف هادوك كتابه «الإحصاء العملي لعلماء الأحياء- دار نشر سايناور 2011» *Practical Computing for Biologists* من أجل تجاوز الفوضى العارمة التي تميِّز كثيرًا من مقررات الإحصاء، ويركز الكتاب على نسبة الـ10% من تقنيات البرمجة التي يستخدمها العلماء في 90% من الوقت.

وللأسف، حسب هادوك، ينتهج عدد قليل من الكتب نهجًا مشابهًا بشأن الإحصاء، ولكن الباحثين يمكنهم تحقيق استيعاب أكبر للبيانات، بما في ذلك القدرة على اكتشاف الأنماط والقيم الشاذة، بالاستعانة بالكتب التي تتناول تمثيل البيانات، مثل رائعة ويليام كليفلاند «عناصر تخطيط البيانات- دار نشر هوبارت 1994» *The Elements of Graphing Data*، وكذلك كتاب «الآن تراه واضحًا- دار نشر أناليتكس 2009» *Now You See It* من تأليف ستيفن فيو.

ويذكر هادوك أن الموقع الإلكتروني (stackexchange.com) يمكن أن يكون مكانًا مناسبًا للحصول على إجابات عن أسئلة محددة في الرياضيات والإحصاء، على الرغم من أن مجتمع الرياضيات على شبكة الإنترنت ربما يبث شعورًا بالرهبة في نفس شخص يساوره القلق بالفعل بشأن الموضوع. كذلك تُتاح المساعدة أيضًا على موقع «يوتيوب»، لا سيما القناة الخاصة بعالِم الرياضيات في هارت (انظر: go.nature.com/ mcqcr3)، الذي يستخدم الفنون لتوضيح المفاهيم الرياضية. وتساعد عروض الفيديو المشاهدين على الشعور بالألفة والارتياح أكثر بخصوص الأرقام التي تحيط بهم.

كذلك تقدّم جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة بالمجان دروسًا تعليمية صوتية ومرئية على شبكة الإنترنت، تتناول فيها مجموعة كبيرة من الموضوعات، منها الرموز العلمية، واللوغاريتمات، والمعادلات الأُسِّيَّة، وذلك ضمن مقرر رياضيات تمهيدي مخصَّص لعلماء الأحياء (انظر: go.nature.com/nx8xga).

ويمكن للعلماء الذين يشعرون بضعف قدراتهم الرقمية أن يحصلوا على قدر كبير من الإلهام، من خلال قراءة المقال المنشور في صحيفة «وول ستريت جورنال» في عام 2013 بقلم عالِم الحشرات المرموق إي. أو. ويلسون تحت عنوان «عالِم عظيم لا يعني بالضرورة شخصًا بارعًا في الرياضيات»، (انظر: go.nature.com/573cmo). ومن بين ملاحظات ويلسون في ذلك المقال: «إن الكثير من أنجح العلماء في العالم في يومنا الحاضر ليسوا أكثر من شِبْه أُمِّيِّين في مجال الرياضيات» **كريس وولستون**

المنح في توظيف القدرات العقلية لأشخاص معيّنين، مثل زميلته ماري نيشيموتو بمعهد العلوم البحرية بجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا، أو جيريمي كلايس، عالِم الأحياء بكلية أوكسيدنتال في لوس أنجيليس بولاية كاليفورنيا. يقول لاف: «لو كان بإمكاني بالفعل القيام بعمل تلك الإحصائيات بنفسي، وهو الأمر الذي لم أتمكن ـ للأسف ـ من تحقيقه، لكان ذلك أفضل بالطبع. وحيث إنني لا أفعل ذلك بنفسي، فقد صار بإمكاني عمل أشياء أخرى في الوقت ذاته».

مع هذا.. ترى إيلينا ساروبولو ـ عالمة الأحياء بالمركز اليوناني للأبحاث البحرية في جزيرة كريت باليونان ـ أنه نظرًا إلى أن أهمية الرياضيات تنمو باستمرار، وبخاصة في المجالات المعتمدة على البيانات الضخمة، مثل علوم البيئة، والجينوم، والأحياء الجزيئية، فإن قدرًا يسيرًا من الاكتفاء الذاتي يمكن أن يوفر على الباحث الكثير، وتقول: «أنصح جميع الطلاب الجامعيين، وطلاب الدراسات العليا بأن يحصلوا على مقرر في الإحصاء، وأن يتعلموا لغة البرمجة «بايثون» Python. لا أطلب منهم سوى تَعَلُّم الأساسيات، حتى لا يصبحوا معتمِدين تمامًا على خبير في مجال نظم المعلومات الحيوية في مختبراتهم». وترى ساروبولو أن علماء الأحياء البحرية لا ينبغي عليهم أن يطمحوا إلى تحقيق الكمال في مجال الرياضيات، ولكنهم يحتاجون بشدة إلى أن يعرفوا ما يكفي؛ لكي يكونوا قادرين على تصميم تجربة باستخدام الحجم المناسب للعينة، وغير ذلك من المؤشرات المطلوبة للتعامل مع المشكلة التي يحاولون حلها. وتقول ساروبولو عن علم الأحياء الجزيئية الذي تتخصص فيه، إن الباحثين في كثير من الأحيان لا يضعون التحليل الإحصائي في الاعتبار عندما يقومون بتصميم تجربة ما. وتضيف قائلة إنّ الاعتماد على خبير رياضيات من أجل تفسير النتائج يمكن أن يكون أمرًا محفوفًا بالمخاطر، لأن الأشخاص ذوي العقليات الرياضية لا يكون بإمكانهم على الدوام رؤية «المعلومة الحيوية الكامنة وراء البيانات». وتقول إن عالِم الأحياء الذي يمتلك مهارات رياضية معقولة سوف يكون الأنسب لمتابعة التجارب من البداية حتى النهاية.

وحتى تتمكن البشرية من «اختراع العالِم المثالي»، سوف يظل جميع الباحثين يعانون من نقص ما في مجموعة المهارات التي يمتلكونها. يقول لاف إن مفتاح الحل يتمثل في إيجاد وسائل للتعويض، وفي التعاون، وأخيرًا.. في المثابرة. فلا يمكن لجميع الباحثين ـ بل ولا يجب عليهم ـ توظيف أشخاص آخرين للقيام بالتحليلات الإحصائية من أجلهم، حسبما يقول لاف، ولكن يمكنهم أن يعثروا على وسيلة للتوفيق بين استعداداتهم الفطرية، ووظائفهم، والعكس بالعكس. يقول لاف: «ما لم تكن غير مؤهل فطريًّا للعمل في الوسط الأكاديمي، امْضِ في طريقك، فبمقدور أيِّ شخص تقريبًا أن يصبح باحثًا؛ فالأمر ليس بالمُعْجِز». ■

كريس وولستون كاتب حُرّ، يعيش في بيلينجز بولاية مونتانا.

حديث المهن
المستثمِر المُخاطِر



MVM LIFE SCIENCE PARTNERS LLP

بالي مورال‌يدار هو مدير الاستثمارات في «إم في إم لايف ساينس بارتنرز» MVM Life Science Partners، وهي شركة تضامنية عالمية ذات مسؤولية محدودة، مقرها لندن، تهتم بتنمية رأس المال للعلوم الحياتية. وفي هذه المقابلة يتحدث موراليدار عن انتقاله من الطب إلى مجال الأعمال.

هل رغبتَ دومًا في العمل في مجال الاستثمار؟

لا، فقد أردت في الأساس الانخراط في مجال الطب أكاديميًّا، وحصلت على التدريب قبل الإكلينيكي، وعملتُ طبيبًا مستجدًّا لعدة سنوات، ثم حصلت على درجة الدكتوراة في أبحاث السرطان القابلة للتطبيق من جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة. وبعد ذلك عملت في وظيفة مستشار الرعاية الصحية في شركة استشارات صغيرة، ثم انتقلت إلى رأس المال المُخاطر.

كيف أهَّلَتْك خبرتك ذات الطبيعة العلمية للعمل في مجال رأس المال المُخاطر؟

إنّ الطب يعلِّمك كيف تعمل تحت الضغوط. وقد تعلَّمتُ كيفية التعامل مع أنواع عديدة من الأشخاص بمختلف شخصياتهم، وتنوع درجات ثرائهم. كما إن الطب يجعلني أرى الكثير من القرارات التي أتخذها في مجال الأعمال من منظور أنه: بالرغم من أهميتها، فهي ليست قرارات حياة أو موت. وقد علمتني الدكتوراة التي حصلت عليها إجراء تحليل دقيق عند جمع البيانات، وتخطيط التجارب، والتفكير في الأمور بإمعان.

ما هي المهام التي تتضمنها وظيفتك؟

البحث عن شركات الرعاية الصحية الأولية، وشركات العلوم الحيوية، التي نعتقد أنها تملك أفضل الفرص في النجاح في تطوير العقاقير، أو الأجهزة الطبية، أو القدرة على مساعدة المرضى، ثم القيام بالاستثمار فيها، بعد تقييمها. وبرغم أن تقييم الجانب العلمي في هذه الشركات أمر مهم، إلا أن تقييم مدى نجاح المنتج إكلينيكيًّا وتجاريًّا لا يقل أهمية عن تقييم الجانب العلمي.

كيف تحدِّد ما إذا كانت فكرة معينة ستنجح؟

يجب أن تسأل نفسك: هل سيتكيَّف هذا المنتَج ـ أو هذا العلاج ـ مع الترتيبات الطبية الموجودة بالفعل؟ وهل هو ذو جدوى ـ من حيث توفُّر الوقت والموارد ـ في المنطقة التي سيُطرح فيها؟ وهل سيحقق أرباحًا؟ كل هذه الأسئلة لن تثير اهتمامك عندما تُجْرِي بحثًا علميًّا بحثًا عن جزيءٍ ما، على سبيل المثال، أمّا أنْ تجد اكتشافًا جديدًا جذابًا على غلاف دورية *Nature*، فهذا لا يعني بالضرورة أن حياة الناس ستتغير إلى الأفضل. ■

أجرت المقابلة جولي جولد

تم تحرير النص الخاص بهذه المقابلة بغرض الاختصار والوضوح.

وللمزيد.. انظر: go.nature.com/ufe3r3

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



AKINDO/GETTY

إرشاد

صانعو مستقبل الصين

تُبرِز جوائزُ دورية *Nature* لعام 2015 في مجال الإرشاد العلمي أسماء علماء صينيين، استثمروا جهودهم في توجيه الجيل القادم من الباحثين.

إد جيرستنر

خلال العقدين الماضيين، حقَّقت الصين تقدمًا هائلًا في مجال العلوم. فقد فاق استثمارها في الأبحاث العلمية والتنموية نظيره في الاتحاد الأوروبي في عام 2013، ويُتوقع أن يتخطى نظيره في الولايات المتحدة بنهاية العقد الحالي (انظر: *Nature* 2014. http://doi.org/w5r;). وقد قفزت نسبة مشاركة العلماء الصينيين في تأليف الأوراق البحثية المنشورة عالميًّا من 2.4% في عام 1997 إلى 19% في عام 2014؛ لتحتلّ الصين بذلك المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة التي سجل علماؤها في العام الماضي نسبة مشاركة بلغت 25%.

تعدُّ تلك الإحصائيات مثيرة للإعجاب، ولكن لكي تصبح الصين قوة عظمى حقيقية في مجال العلوم، عليها أن تقدم علماء عظامًا، لا يتحلّون بالمعرفة فقط، ولكن لا بد أن يكونوا ذوي مهارة، وقدرة على الابتكار. ويحتاج هؤلاء العلماء العظام بدورهم إلى مرشدين عظام يقودونهم في الطريق الصحيح.

وتقديرًا للرؤية الثاقبة، والتفاني، والعمل الجاد الذي قام به هؤلاء المسؤولون لتنشئة الجيل القادم من الباحثين الصينيين، قامت جوائز دورية *Nature* الدولية في مجال الإرشاد العلمي بتكريم خمسة باحثين صينيين، في حفل أُقيم في 8 ديسمبر الماضي، بعدما اختيروا بواسطة لجنة تحكيم مكوَّنة من علماء صينيين، وممثلين عن محرري «سبرينجر نيتشر»، (انظر: go.nature.com/hdi5k7). وقد اشتملت الوثائق المرفقة باستمارات الترشح لنيل الجوائز على شهادات لخمسة أشخاص تلقوا الإرشاد من قِبَل المُرَشَّح، وشهادات للمُرَشَّحين أنفسهم، تعكس أفكارهم الذاتية حول عملية الإرشاد.

ونظرًا إلى حجم الصين، فقد تم تَلَقِّي الترشيحات مقسَّمةً حسب منطقتين: شمال، وجنوب، وذلك لكل من جائزة «مجمل إنجازات المسيرة المهنية»، وجائزة «منتصف المسيرة المهنية». وبالنسبة إلى جائزة الـ50,000 يوان (7,815 دولارًا أمريكيًّا) لمجمل إنجازات المسيرة المهنية لمنطقة شمال الصين، فقد تقاسمها كل من عالِم المناعة شيتاو تشاو ـ وهو رئيس الأكاديمية الصينية للعلوم الطبية ـ وعالِم النبات شينوانج دينج، عميد كلية العلوم الزراعية المتطورة بجامعة بكين. أما الحاصل على الجائزة ذاتها عن منطقة جنوب الصين، فهو هونجيوان تشين، وهو كيميائي متخصص في التحليل الكهربائي، ومدير معهد الكيمياء الحيوية بجامعة نانجينج.

أما في فئة إنجازات «منتصف الحياة المهنية»، فإن جائزة الـ50,000 يوان لمنطقتي شمال وجنوب الصين على التوالي، فقد ذهبت إلى إيجونج شي، وهو عالِم الأحياء البنيوية، وعميد علوم الحياة بجامعة تسينجوا في بكين، وهونجبينج شو، عالِم المناعة بجامعة ووهان.

تحدِّي الأعراف السائدة

مِثل كثير من الدول الآسيوية، غالبًا ما يُنظر إلى الصين باعتبارها مكانًا للطبقة القاسية المُتجذرة، الناتجة عن تباين مستويات القوى، لكنْ هناك واحدة من الخِصال التي تقاسمها الفائزون، ناهيك عن تأصُّلها عند جميع المرشحين للجائزة، هي الوعي بأن السلطة الوحيدة في مجال العلوم هي الدليل العلمي، وأن الحكمة العُرفية يجب أن تخضع دائمًا للتمحيص.

يَعتقِد شي ـ الذي سُمِّي باسمه أحد مناصب الأستاذية بقسم الأحياء الجزيئية بجامعة برينستون في ولاية نيوجيرسي، قبل عودته إلى الصين في عام 2008 ـ أن معظم الطلاب الصينيين يتهيَّبون معارضة الباحثين الأعلى رتبة، والأفكار العلمية المُسَلَّم بها. يقول شي: «إنني أشجع تلاميذي على التفكير النقدي، وتحدي السلطات، بما فيها شخصي، وذلك ليتعلموا أن القوانين المُرساة يمكن نقضها، ومن ثم تأسيس مجالات بحثية جديدة».

ويوافقه تشاو الرأي قائلًا: «علينا حث الطلبة على التحلي بالثقة بالنفس؛ ليستطيعوا تحدي المسلَّمات الجامدة المنصوص عليها في الكتب، وطرح أسئلة علمية جوهرية».

وَعَى الباحثون الذين حصلوا على الإرشاد العلمي من قِبَل العلماء الفائزين الدرسَ جيدًا. تعلِّق ويلين تشين ـ المتخصصة في علم المناعة في مجال السرطان بجامعة زيجيانج ـ قائلة: «إن الأدبيات العلمية هي كتلة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مدهشة من الأفكار والنتائج المتضادة؛ حِكَم مُسلَّم بها، وافتراضات خاطئة». وقد كانت تشين واحدة من طلبة الدكتوراة، الذين أشرف عليهم تشاو في الجامعة الطبية العسكرية الثانية بشنجهاي. تقول: «كان البروفيسور تشاو يؤكد أن الإبداع يتأتي من اتجاهات مختلفة برؤى مختلفة. وهو يعامل الجميع بالتقدير العالي نفسه، بغض النظر عما إذا كانوا طلبة دكتوراة، أو علماء زائرين».

في الماضي، كانت غالبية المختبرات الصينية جامدة للغاية، إذ يدير أستاذ واحد فقط مجموعة من الأساتذة المبتدئين، وباحثي ما بعد الدكتوراة، والطلاب، متبعًا نظامًا هرميًّا صارمًا. ومع التوسع السريع في معاهد الأبحاث، المدعوم بتدفق كبير للباحثين العائدين من وراء البحار، بدأ كثير من المختبرات يتبع نموذجًا أقل هرمية، في وجود مسؤولين عديدين، لديهم أجندات وتوجُّهات بحثية خاصة.

فلسفة المُعلِّم

أدرك المرشدون الذين كرَّمتهم دورية *Nature* الدولية أهمية تسليح الباحثين الصغار بالثقة بالنفس التي يحتاجونها لتأسيس هُويّاتهم الفكرية، ولِشَقّ طرقهم الخاصة في هذا العالم. يقول هونجيوان تشين: «في رأيي.. مجرد نقل المعرفة ليس كافيًا؛ فالمرشد يجب أن يعلِّم تلاميذه كيف يفكرون. ففي مجال العلم، أوجِّه تلاميذي للتفكير بطريقة علمية، وأتيح لهم فرصة حل المشكلات باستقلالية».

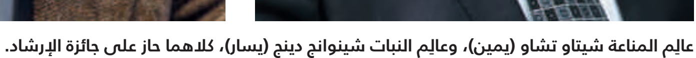
يعتقد تشين أن المرشد الناجح هو مَن يتمتع بحس ثاقب؛ ليميز متى يكون الطالب في حاجة إلى إرشاد، ومتى يحتاج قدرًا من الحرية. يقول عن ذلك: «يتوجب علينا إعطاء الطلبة الجدد تعليمات مفصلة؛ لجَعْلهم يتعوَّدون تدريجيًّا على العمل البحثي، أما الذين يتمتعون بمعرفة أساسية قوية، ولديهم قَدْر عالٍ من الاستقلالية والقدرة على الابتكار، فأَدَعهم يفكرون ويمارسون عملهم بطريقتهم الخاصة».

«علينا حَثّ الطلبة على التحلي بالثقة بالنفس؛ ليستطيعوا تحدِّي المسلَّمات الجامدة المنصوص عليها في الكتب».

يقول جينج جوانج شو ـ طالب الدكتوراة الأسبق بمجموعة هونجيوان تشين، الذي يعمل الآن باحثًا كيميائيًّا بجامعة نانجنج ـ إن تشين قد هيأ لهم بيئة مفتوحة، عزَّزت ملكات الخيال والابتكار: «لقد شجَّعنا على قراءة الفلسفة والأدب وعلى التفكير المنفتح، وأخبرنا بأن كل طالب هو كيان مفكر مستقل، وعلى المرشد الجيد أن يتعهَّده؛ كي يكون جوادًا، لا حَمَلًا».

يدرك المرشدون الجيدون أن تخريج علماء ناجحين ليس كافيًا؛ فمِن المهم كذلك تعليمهم كيف يكونون مؤثِّرين وقادةً ملهمين بدورهم. تروي لي لي ـ التي درست في مرحلة ما بعد الدكتوراة تحت إشراف دينج بجامعة ييل في نيو هيفين بكونيتيكت، وهي الآن أستاذة بكلية علوم الحياة في جامعة بكين ـ قصة تدرُّبها بمعامل دينج: «عندما تمت ترقيتي في المختبر، بدأ البروفيسور دينج يطلب مِنِّي مساعدة الآخرين في أعمالهم، وفي قراءة مخطوطاتهم، وهي مهام أدركتُ سريعًا أنها جزء من النظام المتبع. وعندما كان يكتشف أخطاء في الأداء، لا ينتقدها فحسب، بل يتريَّث.. للوقوف على أسبابها. وفي العديد من المواقف، كان يُكلفني بإلقاء خطابات حماسية».





LEFT: YALE UNIV.

عالِم المناعة شيتاو تشاو (يمين)، وعالِم النبات شينوانج دينج (يسار)، كلاهما حاز على جائزة الإرشاد.

تعكس شهادات الفائزين ـ بدورها ـ التفاني غير المحدود في سبيل إنجاح الطلاب، وتبرُز في هذا السياق قصة بعينها.

في عام 2005، تَقَدَّم عالِم المناعة بو تشونج ـ الذي يعمل حاليًّا في جامعة ووهان ـ بطلب التحاق ببرنامج للدكتوراة في مختبر هونجبينج شو، بعد تخرُّجه في قسم اللغة الإنجليزية. يقول تشونج: «كنت عازمًا على دراسة علم الأحياء بعد تخرُّجي، لأنني كنت مهتمًّا بالطبيعة»، وفي جامعة ووهان: «كان قد تم مؤخرًا تعيين بروفيسور شو عميدًا لقسم علوم الحياة، وكان فريقه ـ في مركز الأبحاث الطبي الوطني اليهودي في دنفر بولاية كولورادو ـ قد قام لتوه بنشر بحث مهم في دورية «موليكيولار سِل» *Molecular Cell*. كان كل طالب طموح يرغب في الانضمام إلى مختبره، وهذا ما فعلتُه».

لا تيأس أبدًا

أدرك تشونج أن الأمر لن يكون سهلًا: «كان عليَّ الاعتراف بأن خلفيتي العلمية كانت أضعف بكثير من هؤلاء المتخصصين في علم الأحياء. قمت بتحميل منشورات بروفيسور شو العلمية كلها، ولكني وجدت أنني بالكاد أفهمها؛ فطرقتُ باب مكتبه، وسألته الكثير من الأسئلة الساذجة، فما كان منه إلا أن شرح التفاصيل بصبر، ورشَّح لي مراجع إضافية، ورحَّب بمساعدتي لفَهْمها. عملتُ بنصائحه، وقرأتُ المزيد من الأوراق العلمية، وكتبتُ ملخصًا في خمس صفحات حول إدراك النماذج ودلالاتها، وسألته إنْ كان بإمكاني الالتحاق بمختبره، ولدهشتي... وافق».

ويَعترِف شو بأنه لم يكن واثقًا من إمكانيات تشونج في البداية، لكنه حين رأى تصميمه، أَحَسَّ بأنه يستحق أن يُمنَح الفرصة؛ ليُظْهِر قدراته. ولم يندم على اتخاذ هذا القرار. يقول شو: «بعدما اقتنعتُ بطموحه، وتحمُّسه لمستقبل مهني علمي؛ وافقتُ بلا تردد. ولقد أثبت ذاته حتى الآن كواحدٍ من أنجح المتدربين في مختبري». بعد ذلك طلب شو من تشونج أن يقوم بتحويل الملخص الذي قام بكتابته سابقًا إلى ورقة عمل كاملة، أصبحَتْ الإصدارَ الأول للمختبر المُكوَّن حديثًا.

يَعتقِد شو أن الصبر والمثابرة من أهم سمات الإرشاد الجيد، وهو أمر تعلَّمه من المشرف على رسالته للدكتوراة، هاريش جوشي، عالِم الأحياء الخلوية بجامعة إيموري في أتلانتا بولاية جورجيا. يقول شو: «إنني لأتذكر دائمًا ما قاله لي مشرفي عندما كنتُ في مختبَره: «لا تحرق طاقتهم، بل أَشْعِلْهم حماسًا!» وهكذا فعلتُ؛ فعلى مدى 17 عامًا من عملي مرشدًا، لم أيأس قط من أيٍّ من تلاميذي».

يَذكُر هنا مقولة صينية مأثورة، مفادها: «إذا قام أحد بدور المعلم لك ليوم واحد فقط، فعليك اعتباره في مقام والديك حتى آخِر عمرك». بالفعل يمتد التأثير الذي يتركه المرشدون العظام طويلًا، وليس فقط في تلاميذهم، بل في تلاميذ تلاميذهم. يقول ليانج فينج، عالِم الأحياء البنيوية بجامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا، وطالب الدكتوراة السابق في مجموعة شي: «عندما بدأتُ مختبري الخاص في عام 2012، تساءلتُ عما كان سيقوم إيجونج بفعله، وقد احتفظتُ برسائل البريد الإلكتروني كلها التي تَوَاصَل بها معي، أو مع مختبري، وكثيرًا ما أعاود قراءتها. إنها بمثابة دليل إرشادي لإدارة المختبرات. بالنسبة لي ولغيري، فإن إيجونج ليس مجرد مرشد عظيم ومَثَل أعلى، بل شخص داعم بقوة، وصديق عُمْر».

تعكس كلمة «شيفو» *shifu* المستخدَمة في وصف أكثر المعلمين وقارًا ـ وهي كلمة مكونة من شقين: معلم «لاوشي» *laoshi*، وأب «فوكين» *fuqin* ـ الرابط العميق بين المرشدين الاستثنائيين وطلابهم. ولا يتعامل أحد من العلماء الذين رَشَّحوا مرشديهم للجائزة مع هذه الرابطة الأبوية، باعتبارها من المُسلَّمات. يقول جينج جوانج شو، أحد طلبة هونجوان تشين: «أعتقدُ أن دور «الأب» أكبر مما يُتوقَّع أن يلعبه معلِّم، ولكننا نحن الأبناء لمحظوظون، لأن البروفيسور تشين كان يعاملنا كأولاده». ■

إد جيرستنر المحرر التنفيذي لدوريات *Nature* في الصين العظمى، وهو يعيش بمدينة شنجهاي.

نسخة مِنِّي

نتائج غير مقصودة.

تارين هاينتز

إلى حبيبي بريان..

لقد كنت في ذلك الحين أبغض عبارة «صعوبة في الإنجاب». وأنت أيضًا يا بريان كنتَ تبغضها، أتذكر ذلك؟ كنا نضحك ونرجو من الناس أن يكونوا صادقين معنا، ويستخدموا ألفاظًا صريحة. لم يكن هناك ما يمنع أن يقولوا إن جيني وبريان عقيمان، أو عاقران، لا أن يقولوا إنهما يواجهان تحديات في الإنجاب، أو يواجهان شيئًا من هذا القبيل، لكن الألفاظ لم تكن تهمّ، فنحن في النهاية كنا عاجزين ـ ببساطة ـ عن إنجاب أطفال، وكنا منهارَين نفسيًّا، مهما اختلفت الأساليب الكثيرة التي يتّبعها الناس في التعبير عن هذه الحقيقة.

أتذكر ذلك اليوم الذي وَصَلَتنا فيه تلك النشرة بالبريد؟ أظن أن تفاصيل حالتنا وصلت إلى برنامج «لايف سولوشنز»، عن طريق واحدة من العيادات الكثيرة التي كنا مسجَّلَين لديها في مدينتنا. كانت النشرة تقول: «احصل على طفل مثلك تمامًا». مثلي تمامًا بالمعنى الحرفي للكلمة.. أي أنه وليد مستنسخ. يا لها من فكرة ذكية! حيث إنه في مقابل 100 ألف جنيه إسترليني يتسنى للناس خيار استنساخ أنفسهم، أو أزواجهم، أي يمكنهم أن يصيروا آباء وأمهات.

سألتك: «مَن نختار يا بريان؟ أنختار طفلًا يشبهني، أم يشبهك؟». وفي النهاية، قررنا أن يُستنسخ هذا الطفل مِنِّي؛ نظرًا إلى ضعف جهازك المناعي. كنا دائمًا نحلم بأن تكون لنا ابنة. كنا نريد أن نربِّي فتاة صغيرة.. كنا نريد أن نكون أبوين. وفي اليوم الذي تسلّمناها فيه، قررنا أن نسميها ليلى، تيمُّنًا بجدتك. لم تكن تبدو كنسخة مِنِّي؛ لأنها لم تكن تشبهني بالمرة في ذلك الوقت. ولا ننسى أن عمري كان 42 عامًا. وأثناء طفولتها، كنا نستمتع برؤيتها تكبر، حيث حرصنا على توجيه دفة حياتها بعيدًا عن طريق الأخطاء التي ارتكبتها أنا.

شجّعناها كي تُقْبِل على الموضوعات التي كنا نعرف أنها ستتفوق فيها بفضل قدراتها الطبيعية، والرياضات التي كنا نشعر أنها ستستريح لممارستها، والمأكولات التي كنا نعلم أنها لن تربك مَعِدتها، وستحافظ على لياقتها ورشاقتها. وكنا نحرص على تدليك بشرتها بالواقيات الشمسية، والمرطبات الغالية.

كانت ليلى تشبهني، والفرق الوحيد بيننا هو أنها كانت أحسن مِنِّي، وأكثر صحة.. فلن تظهر على بشرتها البقع الشمسية التي تظهر مع التقدم في العمر، ولن تكافح لكي تجد مكانًا لها في هذا العالم؛ إذ كان في وسعنا أن نرشدها ونوجهها إرشاد العارفين، وتوجيه العالِمين ببواطن الأمور. بدا الأمر كله مثاليًّا، وشديد السهولة. كانت سعيدة، وكانت رائعة.

وفي اليوم الذي أتمت فيه عامها الثامن عشر، نظرتَ انت إليها، وقلت: «يا إلهي، إنها تشبهك بشدة يا جيني، ألا تتفقين معي؟». وقد كانت تشبهني فعلًا، غير أن شعرها كان أكثر لمعانًا، وكانت ملابسها تنسدل في روعة فوق قوامها الممشوق المفعم بنضارة الشباب. هل لاحظت نبرة الشهوة في صوتك؟ أظن أنني سمعتها، حتى وإنْ لم تكن هذه النبرة موجودة فعلًا. وهذه هي المشكلة التي تواجهنا مع بذور الشك، فهي ما إن تُبذر، تتراءى لك كل ظنونك حقيقية.

وعندما أتمَّت ليلى 21 عامًا، بدأت تخرج بصحبتها؛ لاحتساء الشراب، أمّا أنا، فكنتُ أمكث في البيت. لم أكن أحتمل قربكما الشديد من بعضكما، ولم أكن أحتمل رؤية نسخة شابّة مِنِّي تُرَافِق زوجي دومًا، وتمازحه، وتلاعبه، فيما كنتُ أنا أذبل وأذوي مع تقدُّم قطار العمر بي.

من أجل ذلك.. لا ينبغي للناس أن يستنسخوا أنفسهم يا بريان؛ لأنهم يرون الماضي والمستقبل في آن واحد. كنت أرانا عندما أنظر إليك أنت وليلى. أرانا ونحن كبار السن. وأظن أنني أنا المخطئة في استمتاعك بصحبة ليلى أكثر من صحبتي. فقد كان يحزنني أن أراك بجوارها، ولم يكن بمقدوري أن أنبئك بأسباب حزني الدفين، وكنتُ أكتفي بكتمان غيظي في نفسي. تُرَى، أكنتُ أُمًّا غيورًا من ابنتها؟ أَمْ امرأة غيورًا من نفسها؟

كم هو مثير للاشمئزاز أن أتّهمك بالانجذاب إلى ابنتك، ولكنْ كيف لي ألا أريدك أن تنجذب إليها؟ فهي أنا، وقد كنت تنجذب إليَّ. أخذت العواقب تتكشَّف، إذ كانت الأُسَر الأخرى التي استنسَخَتْ أولادًا تراسل بعضها البعض، وتبيّن أن هناك أمهات وآباء آخرين يمرون بمشكلات مماثلة. أمّا أنت، فقد ظللتَ تؤكد أنك والد ليلى. وقلت لي بعد مناقشتنا هذه المسألة آخِر مرة: «انتهى الأمر. أنا أبوها، وأحبها كما يحب الأب ابنته. إنها تشبِهك، لكنْ ماذا في ذلك؟! أنتِ زوجتي، وهي ابنتي. انتهى الأمر».

كنتُ أعقل من أن أفتح هذا الموضوع من جديد، ولكنْ انتابني شعور غريب بالطمأنينة عندما توقفتْ أنشطة برنامج «لايف سولوشنز». ومع ذلك.. لم أستطع التغاضي عن الأمر، فلم أكن أقوى على مغالبة كراهيتي لِلَيْلَى أثناء وجودي بالقرب منها، ولا على مغالبة اغتياظي منها.. فهي جِينِي الأفضل مِنِّي، حيث تمنيتُ لو أُتيحت لي التنشئة والشباب؛ لكي أكونَ إيّاها.

من أجل هذا.. آثرتُ الانسحاب، وقررتُ الرحيل.. فرؤياها تعذبني، ولكن ابتعادي لا يكفي، فلا بد من أن أرحل إلى الأبد. لقد بدأتُ أدرك ببطء في عزلتي الهادئة أنه لا ينبغي أن تكون هناك إلا نسخة واحدة مِنِّي في هذا العالَم. جيني واحدة.. لبريان واحد، وأنت تستحق النسخة الأفضل.

هذه ليست رسالة حب، بل خطاب وداع. أعرفُ أن هذا تصرُّف نمطيّ وجبان، ولكني تناولت كل ما في قنينة الحبوب المنومة، التي أعطانيها الدكتور جرينفيلد. تناولتها عن آخِرها. ابتلعتها بمشروب «فودكا» بارد، وأنا الآن أنتظر النوم. هذه ليست بطريقة الرحيل المثيرة، لكنني أظن أنني وجدت «صعوبة في تخيُّل» طريقة أفضل.

أحبك..

جيني. ■

تارين هاينتز تعيش حاليًّا في مدينة كارديف في ويلز، وتنتمي إلى مدينة سياتل بولاية واشنطن. تهوى هاينتز الكتابة في أوقات فراغها، وتستمتع بتعلُّم لغات جديدة.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

ILLUSTRATION BY JACEY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



رائدة العلوم في العالم العربي

متـاحـةٌ الآن للجميــع ..

In print

Twitter

Facebook

YouTube

Nature Podcast

arabicedition.nature.com

tumblr.com

Mobile App

لقد كانت مهمتنا دومًا إيجاد سُبُل جديدة ومبتكرة لمشاركة أحدث الاكتشافات في مجال العلوم، وتطوير النقاش بين المجتمع العلمي العالمي. وتُعدّ دوريّة *Nature* الطبعة العربية سواء النسخة الورقية المطبوعة، أو الإلكترونية، أو تطبيق الهواتف الذكية بمنزلة مُنْتَدَاك الخاص لقراءة الأبحاث الرئيسة، ومشاهدتها، والاستماع إليها، والمشاركة فيها.





